

ERBAUINGENIEUR

ITSCHRIFT FÜR DAS GESAMTE BAUWESEN

Herausgeber: Prof. Dr.-techn. h. c. Dr.-Ing. K. Sattler / Berlin

Mitherausgeber: Prof. Dr.-Ing. A. Mehmel / Darmstadt

SPRINGER-VERLAG BERLIN GÖTTINGEN HEIDELBERG

1961

8



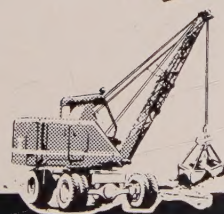
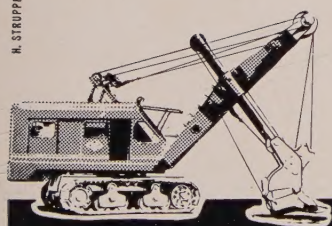
Maschinen für die Bauwirtschaft wirtschaftlich • zuverlässig

Universal-Raupen- und -Autobagger
Schaufelradbagger
Eimerkettenbagger
Schwimmbagger
Autoschütter
Erdhobel
Planierraupen
Schaufellader
Rüttelverdichter
Dieselkompressoren
Diesellokomotiven
Waggons
Feldbahnmaterial



A 143 a

H. STRUPPEN • ESSEN



DRENSTEIN-KOPPEL UND LÜBECKER MASCHINENBAU AKTIENGESELLSCHAFT

Werke: Berlin • Bochum • Dortmund • Hattingen • Lübeck Niederlassungen: Berlin • Dortmund • Frankfurt/M • Hamburg • Hannover • Köln • Mannheim • München • Nürnberg • Stuttgart

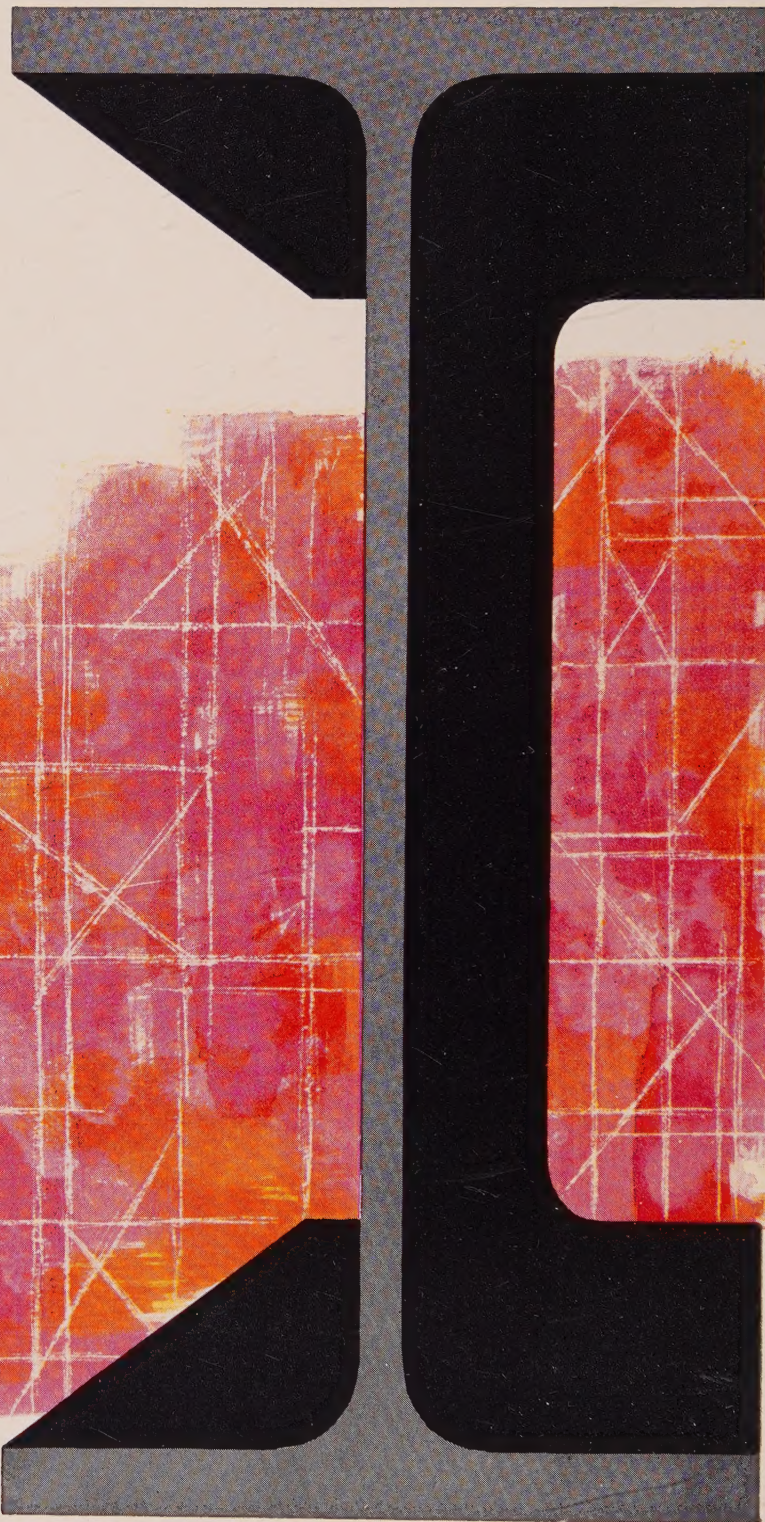
Wirtschaftlicher
konstruieren –
rationeller bauen

mit **IPE**- Profilen aus

Thyssenstahl

Nutzen Sie die zahlreichen technischen Vorteile dieser neuen europäischen Norm für parallelflanschige I-Leichtprofile.

Die IPE-Profile und unsere Breitflanschträger der normalen, leichten und verstärkten Reihe fertigen wir auf der neuen Universal-Parallelflanschträger-Straße, deren spezielle technische Einrichtung die gleichbleibend hervorragende Qualität unserer Profile sichert.



AUGUST THYSSEN-HÜTTE AG · DUISBURG-HAMBORN



EMAG-Universalbagger B 412 (1,3 m³ / 1,45 m³ Grabgefäßinhalt)

Ein Baggerkauf will überlegt sein, denn ein solches Gerät muß über eine lange Zeit vielseitige Aufgaben zuverlässig und mit größtem Nutzen erfüllen.

DEMAG-Bagger sind robust, leicht zu bedienen, einfach zu warten und mit einer Vielzahl von Vorzügen ausgerüstet.

Fordern Sie Referenzen. Unsere Fachingenieure beraten Sie gern und unverbindlich. Sie nennen Ihnen das richtige Gerät aus unserem 10 Grundtypen umfassenden Produktionsprogramm für Ihren speziellen Einsatz.

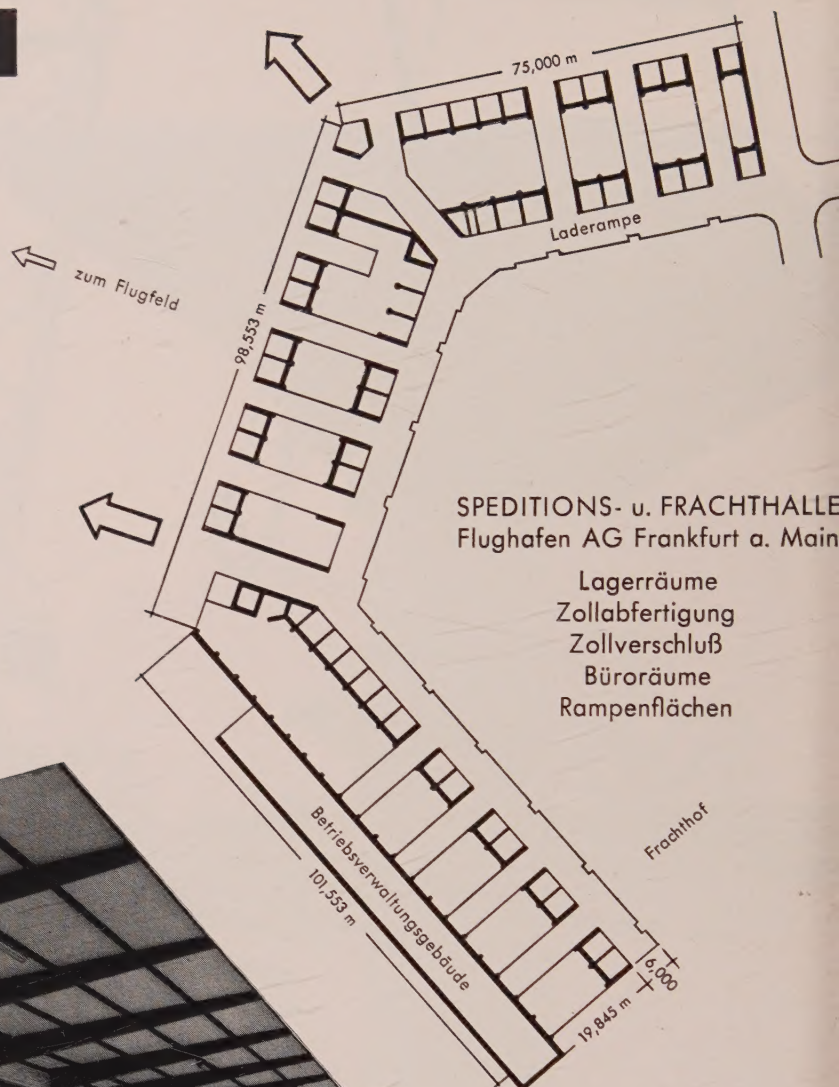
Wir bauen Bagger von 0,4 - 7,0 m³ Grabgefäßinhalt, Schienenkrane bis 10 t und Mobilkrane bis 27 t Tragkraft.

DEMAG-BAGGERFABRIK GMBH

D Ü S S E L D O R F - B E N R A T H

Vertriebsvertretung Inland: BAUMASCHINEN-UNION GMBH mit Büros in Berlin, Bremen, Düsseldorf, Essen, Frankfurt am Main, Freiburg i. Br., Hamburg, Hannover, Ibbenbüren, Kassel, Koblenz, Köln, Mannheim, München, Nürnberg, Saarbrücken und Stuttgart.

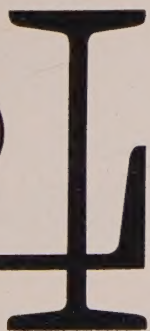
M·A·N



SPEDITIONS- UND FRACHTHALLEN
FLUGZEUGHALLEN · GESCHÄFTSHÄUSER
VERWALTUNGS- UND KULTURBAUTEN

MASCHINENFABRIK AUGSBURG-NÜRNBERG AG · WERK GUSTAVSBUI

früher Säulen - heute Formstahl



Überall, wo starkwandiges, tragendes Mauerwerk zugunsten besserer Raumnutzung eingespart werden soll, ist Formstahl ein willkommener Baustoff.

Formstahl wird bei uns turnusmäßig gewalzt. Sie können daher mit zuverlässigen Lieferzeiten rechnen.

Mit weiteren Angaben steht Ihnen unsere Verkaufsabteilung jederzeit gern zur Verfügung.

HOESCH AG WESTFALENHÜTTE DORTMUND

Die neue Laderaube **DTD 5**



mit „DROTT 4 in 1“

Vier verschiedene Arbeitsfunktionen mit dem gleichen Gerät – das ist der exklusive Vorteil der Schaufel „DROTT 4 in 1“. Das Gerät ersetzt vier vollwertige Erdbewegungsmaschinen.



Vielseitigkeit

macht sich schnell bezahlt

Dem rechnenden Unternehmer erfüllt die neue Laderaube DTD 5 alle Wünsche, weil sie mit der weltbekannten Universal-schaufel „DROTT 4 in 1“ ausgerüstet ist. Die DTD 5 ist eigens geschaffen für vielseitigen Einsatz bei leicht zu bedienendem Wechsel der Arbeitsfunktionen. So ergibt sich ein Höchstmaß an Wirtschaftlichkeit.

INTERNATIONAL

International Harvester Company mbH., Neuß am Rhein

Moderne Kautschukerzeugnisse für das
BAUGEWERBE

Für alle Einsatzzwecke liefern wir

Gummiteile aus
Naturkautschuk und
Synthetischem Kautschuk
in bewährten Ausführungen

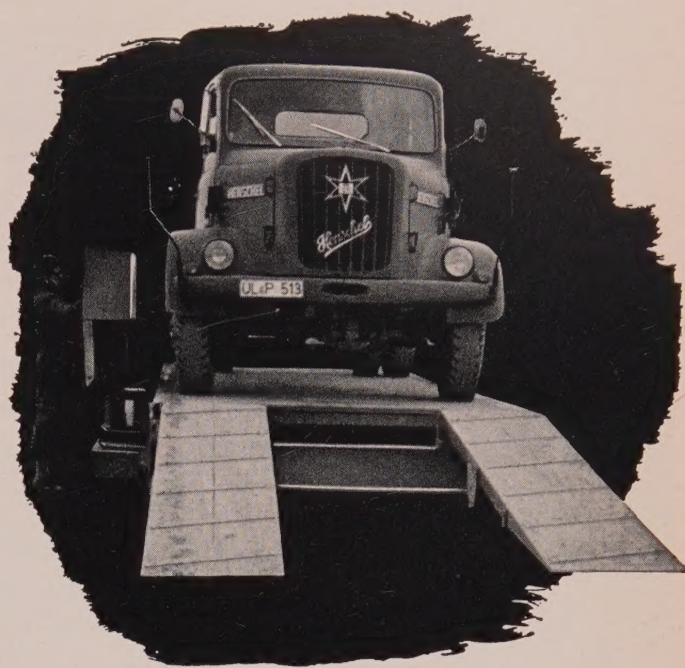
Unsere **NEOPRENE***-Qualitäten
sind aufgebaut nach den
Spezifikationen der **AASHO**

Zum Einsatz kommen:

Fugenbänder - Formteile - Platten - Streifen
bewegliche Unterlagen - Abdichtungen aller Art

* Du Pont

**NEW-YORK HAMBURGER
GUMMI-WAAREN COMPAGNIE**
Angeschl.: DR. HEINR. TRAUN & SÖHNE G. M. B. H.
HAMBURG-HARBURG



*Jedes Fahrzeug
wird gewogen . . .*

denn das bringt jeder größeren Baustelle Vorteile:

1. Die fortlaufend nummerierten Wiegekarten oder
Lieferscheine geben genauen Aufschluß über den
Materialverbrauch pro Tag,

Woche, Baustelle usw.



2. Sowohl Käufer als auch Verkäufer erhalten einen ge-
druckten Beleg. Nur dessen Angaben sind für die Ver-
rechnung maßgebend. 3. Die Fahrzeuge sparen Zeit
und Kosten: das Anfahren einer öffentlichen Waage er-
übrigt sich; das mit empfindlichen Strafen belegte
Überladen wird verhindert.



4. Die Waage benötigt keine
Fundamentgrube zur Auf-
nahme der Waaghebel. 5. Die Waage läßt sich ohne
Demontage der Brücke und des Unterbaues trans-
portieren und wieder aufbauen. Fordern Sie bitte un-
seren Prospekt über transportable Fahrzeugwaagen!

„Lorenz“-Senkrohr-Betonpfeiler bis 1300 t

Beton-Bohrpfähle
System „Lorenz“ bis 90 t

lorenz
pfahlgründungen

„Lorenz“-Horizontal-Verankerungen bis 60 t

ALLGEMEINE BAUGESELLSCHAFT
LORENZ & CO. MBH
BECK - HAMBURG - KIEL

LORENZ-BAU GMBH
ISERLOHN
BREMERHAVEN

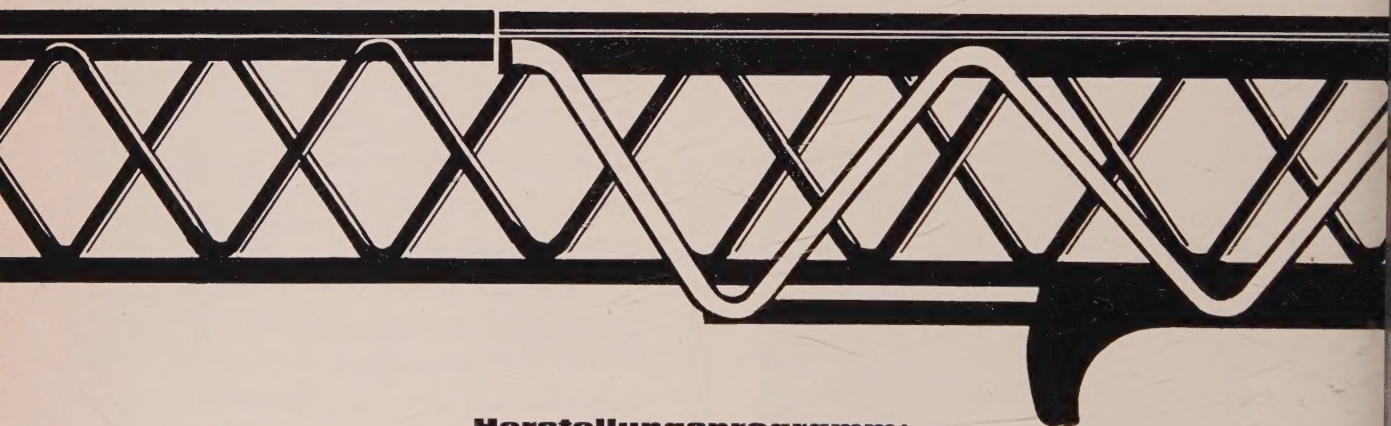
ALLGEMEINE BAUGESELLSCHAFT
LORENZ & CO. MBH
BERLIN-WILMERSDORF

**Pfister-Waagen
Augsburg**

FIX

-Schalungsträger und -geräte

sparen Lohn- und Materialkosten. Zu diesem Ergebnis gelangen immer wieder alle scharf rechnenden Bauunternehmer. Ihr Großhändler berät Sie über die besonderen Vorteile unserer Geräte.



Herstellungsprogramm:

FIX-2-Schalungsträger
ALL-FIX-Schalungsträger
Wo-Bau-Schalungsträger
Traversen Gr. III, II und I
BK-Schalungsträger
FIX-Stahlrohrstützen
FIX-Verschwertungsklammern
FIX-Säulen-Unterzugszwingen
FIX-Stahlgerüst



BETONBAU

G.m.b.H.

Neuß a. Rh.

Gladbacher Str. 435 · Tel. 5741/3 · FS. 08 517742

**Leistung hilft
verdienen**



ur Leistung hilft verdienen! Unter dieser Voraussetzung wurde die HANOMAG K 4 konstruiert. Sie hält im Einsatz wesentlich mehr als 32 PS erwarten lassen, denn Motorleistung, Gewicht und Schwerpunktlage sind ideal aufeinander abgestimmt. Mit dem Frontlader und weiteren Zusatzgeräten eignet sich die K 4 für den wirtschaftlichen Allround-Einsatz. Nicht zuletzt deshalb, weil sie durch niedrig gehaltene Maße und günstiges Gewicht auf normalen LKW schnell von einer Baustelle zur anderen transportiert werden kann. Auf Wunsch liefern wir die K 4 als reine Planierraupe. Wir informieren Sie gern ausführlich. Bitte senden Sie uns untenstehenden Gutschein

RHEINSTAHL HANOMAG



Gutschein

D 3

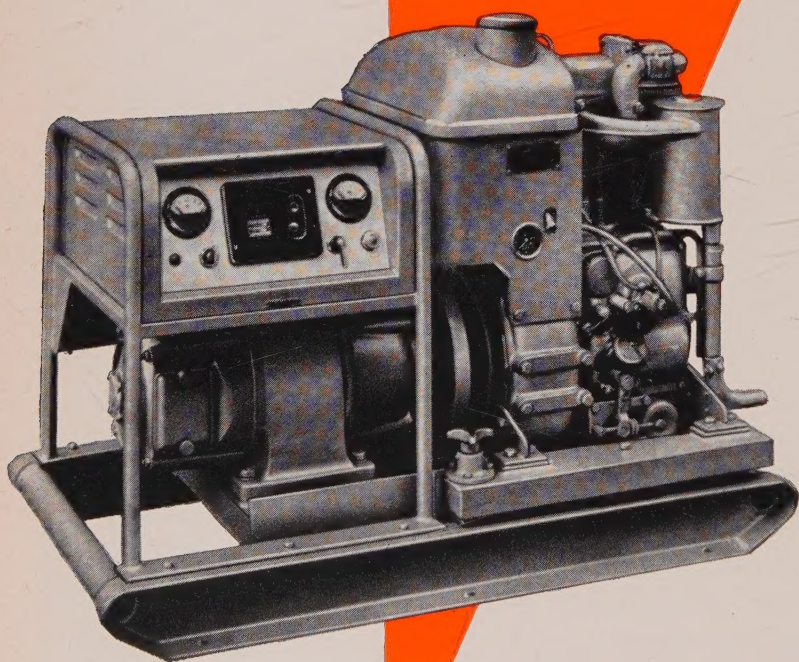
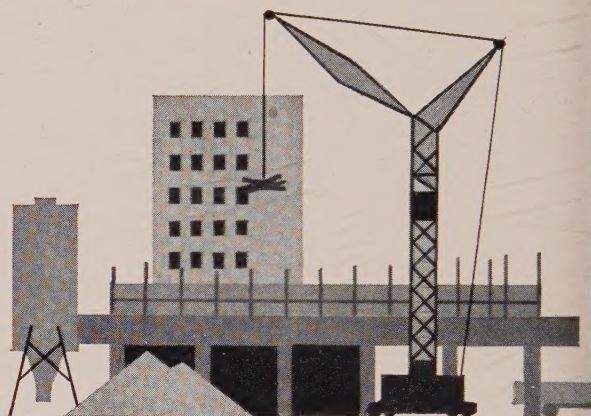
An RHEINSTAHL HANOMAG, Abt. VPI, Hannover
Senden Sie bitte Unterlagen über die K 4

ne
/Kreis

Straße


SIEMENS

ELEKTROSÄTZE



65/85

Unabhängigkeit macht sich bezahlt

wenn irgendwo, weitab vom öffentlichen Stromnetz, ein Bauwerk gebaut wird: Ein Siemens-Elektrosatz liefert für wenig Geld die notwendige Energie zum Betrieb von Baumaschinen aller Art, z. B. Betonmischern und Kränen, und für die gesamte Baubeleuchtung.

Siemens-Elektrosätze:

Zuverlässig im Betrieb
Wirtschaftlich im Verbrauch
Vollwertiger Ersatz für fehlenden Netzanschluss

Unsere Fachingenieure beraten Sie gern.
Bitte wenden Sie sich
an unsere nächste Geschäftsstelle.

Inhaltsübersicht

	Seite
69.002.5 : 69.057.7 : 621.87 : 625.08 (430-2.27) „1961“ <i>Baurat Dr.-Ing. B. Hille, Aachen:</i>	
uerungen bei den Baumaschinen Mit 30 Abbildungen	277
624.078 : 668.395 : 691.175.001.5 <i>Dr.-Ing. S. Krug, Rheinhausen:</i>	
rsuche mit Klebern und Mörteln unter Verwen- lung von Kunstharzen. Mit 22 Abbildungen	287
624.07 : 624.012.45 : 624.041.63 <i>Prof. Dr.-Ing. A. Mehmel, Darmstadt:</i>	
er eine sinnvolle Beschränkung der Durchbiegun- gen von Stahlbetonbauteilen. Mit 19 Abb.	293
624.07 : 624.012.45 : 624.012.41 : 624.041.63 <i>Dipl.-Ing. H. Aschenbach, Köln:</i>	
er Bemessung von Stahlbetonbauteilen mit Berück- sichtigung der Durchbiegung	301
624.21 : 69.059.25 <i>Dr.-Ing. G. Brandes, München:</i>	
standsetzung einer Brücke. Mit 3 Abbildungen	302
624.21.094.3 : 624.042.3 : 62-567.2 <i>Dr. techn. F. Cichocki, Graz:</i>	
emskraftableitung bei Brücken. Mit 2 Abb.	304
624.042 : 531.213 : 512.982 <i>Mok-Kong Shen, München:</i>	
ementarer Beweis des erweiterten Maxwellschen Vertauschungssatzes. Mit 1 Abbildung	305
<i>Dipl.-Ing. E.-A. Rose, Hannover:</i>	
e Ermittlung der Einspannmomente infolge Vor- spannung an Rändern, parallel zur Spannglied- führung. Mit 12 Abbildungen	306
 Kurze Technische Berichte	
624.073.75.012.45 : 624.04.001.57 ne modellstatische Untersuchung einer quadratischen Stahlbeton-Pilzdecke. Mit 4 Abbildungen	310
624.075.4 : 69.022.3/4.001.57 : 620.171.5 richt zur statischen Berechnung waagrecht belasteter Querwände bei Hochbauten. Mit 7 Abbildungen	311
624.915 : 624.071.2 : 69.024.26/27 a neues Radial-Seilwerk. Mit 3 Abbildungen	313
69.002.5 : 69.057.7 : 621.87 : 625.08 (430-2.27) „1961“ itere Baumaschinen auf der Deutschen Industriemesse 1961 in Hannover. Mit 17 Abbildungen	314
st- und Schalungsgeräte auf der DIM 1961 in Han- nover. Mit 5 Abbildungen	319
hbesprechungen	320
schiedenes	321
teilungen aus der Industrie	324

DER BAUINGENIEUR

berichtet über das gesamte Gebiet des Bauingenieurwesens (mit Ausnahme von Vermessungswesen, Verkehrstechnik, Wasserversorgung und Entwässerung der Siedlungen). Er bringt Aufsätze über Baustoffe, Theorie und Praxis der Ingenieurkonstruktionen, interessante Bauausführungen, Berichte über bemerkenswerte Veröffentlichungen des Auslandes, Normungsfragen und Tagungen, Buchbesprechungen.

Originalbeiträge nehmen an die Herausgeber:

Professor Dr. techn. h. c. Dr.-Ing. K. Sattler

Technische Universität Berlin,

Lehrstuhl für Stahlbau

(1) Berlin-Charlottenburg 2, Hardenbergstr. 35

Professor Dr.-Ing. A. Mehmel,

(16) Darmstadt, Technische Hochschule.

Alle sonstigen Mitteilungen, Bücher, Zeitschriften usw. werden erbeten an die

Schriftleitung „Der Bauingenieur“,

Springer-Verlag,

Berlin-Wilmersdorf, Heidelberger Platz 3.

Für die Abfassung der Arbeiten sind die von den Herausgebern anzufordernden Richtlinien zu beachten. Für Formelgrößen usw. sollen soweit irgend möglich die genormten Bezeichnungen nach DIN 1350 und 1044 bzw. der BE. benutzt werden. Vorlagen für Abbildungen werden auf besonderen Blättern erbeten. Reinzeichnungen werden soweit erforderlich vom Verlag ausgeführt.

Nachdruck: Mit der Annahme des Manuskripts eines Beitrages für die Zeitschrift „Der Bauingenieur“ erwirbt der Springer-Verlag das ausschließliche Verlagsrecht für alle Sprachen und Länder, einschließlich des Rechts der photomechanischen Wiedergabe oder einer sonstigen Vervielfältigung. — Im „Bauingenieur“ erscheinende Arbeiten dürfen nicht vorher an anderer Stelle veröffentlicht worden sein und auch später nicht anderweitig, weder im Inland noch im Ausland, veröffentlicht werden. Ausnahmen von dieser Regel bedürfen einer entsprechenden Vereinbarung zwischen Autor, Herausgeber und Verlag.

Photokopien: Auf Grund des zwischen dem Börsenverein des Deutschen Buchhandels e. V. und dem Bundesverband der Deutschen Industrie abgeschlossenen Rahmenabkommens ist jedoch die Anfertigung photomechanischer Kopien eines Beitrages gewerblichen Unternehmen für den innerbetrieblichen Gebrauch gestattet, sofern der Hersteller oder Benutzer jede Seite dieser Kopie mit einer Gebühren-Wertmarke im Betrag von DM 0,10 kenntlich macht. Diese Marken sind zu beziehen vom Börsenverein des Deutschen Buchhandels e. V. (Inkasso-Stelle), Frankfurt/M., Großer Hirschgraben 17/19. (Der Verlag läßt diese Beträge den Autorenverbänden zufließen.) Die Verpflichtung zur Verwendung von Gebühren-Wertmarken entfällt, falls der Hersteller von Kopien mit dem Springer-Verlag ein Pauschalabkommen über die Kopie-Gebühren-Entrichtung vereinbart hat.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in dieser Zeitschrift berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Erscheinungsweise: Monatlich.

Bezugspreis: Vierteljährlich DM 12,— (Einzelheft DM 4,50) zuzüglich Postgebühren. — Für Studierende ermäßigt sich der Bezugspreis auf DM 9,60 vierteljährlich zuzüglich Zustellgebühren. — Die Lieferung läuft weiter, wenn nicht 4 Wochen vor Vierteljahresabschluß abbestellt wird. Der Bezugspreis ist im voraus zahlbar. — Bestellungen nimmt jede Buchhandlung, jedes Postamt oder der Verlag entgegen.

Anzeigen nimmt die Anzeigen-Abteilung des Verlages (Berlin-Wilmersdorf, Heidelberger Platz 3, Westberlin, Fernspr.: Sammelnummer 83 03 01, Fernschreib-Nr. 01—83 319) an. Die Preise wolle man unter Angabe der Größe und des Platzes erfragen.

SPRINGER-VERLAG

Berlin • Göttingen • Heidelberg

Neuerungen bei den Baumaschinen

Von Baurat Dr.-Ing. Bruno Hille, Aachen

69.002.5 : 69.057.7 : 624.13 : 625.08 : 061.43 (430) „1961“

Zwei Ereignisse gab es in der Bundesrepublik, die der Umwelt Gelegenheit boten, sich über die Neuerungen bei den Baumaschinen ein Bild zu verschaffen: im März war die Deutsche Baumaschinen-Messe in München und Anfang Mai die Deutsche Industrie-Messe Hannover, die den Fortschritt der Mechanisierung des Baubetriebes veranschaulichte. Die seit 1953 in München stattfindende BAUMA konnte in ihrem bisherigen Ausstellungspark nicht mehr untergebracht werden; sie fand in diesem Jahre vorerst eine endgültige Lösung der Platzfrage auf der Oktoberwiese zu Füßen der Bavaria ein geeignetes, ausreichend großes Gelände. Der zunehmende Umfang der Münchener Ausstellung ist zu einem mächtigen Anziehungspunkt für Besucher aus Süddeutschland und die angrenzenden Länder geworden. Neben den Baumaschinenhändlern aus diesem Raum kamen daher immer mehr Hersteller dazu über, ihre Geräte auch selbst vorzuführen.

Auf den Umfang der Hannoverschen Messe hatte das Wachstum der BAUMA keinen Einfluß. Den Besuchern aus allen Erdteilen boten über 200 deutsche und etwa 100 ausländische Aussteller aus 11 Ländern ein geschlossenes Bild der technischen Entwicklung. Über 100 000 m² Fläche waren auf dem Messegelände nötig, um dieses Aufgebot an Baumaschinen für alle Zweige des Bauingenieurwesens unterzubringen.

Die kürzlich vom Statistischen Bundesamt veröffentlichten Ergebnisse der Erhebungen des Jahres 1960 veranschaulichen eindrucksvoll den zahlenmäßigen Zugang der in der Bauindustrie und im Baugewerbe eingesetzten Geräte. Der Beitrag der Baumaschinen zur Rationalisierung der Bauarbeiten spiegelt sich anschaulich in einem Vergleich der in den letzten Jahren im Bauhauptgewerbe erzielten Umsätze wieder (Tab. 1). Insgesamt waren im Jahres-

Tabelle 1. Jahresumsätze und Beschäftigte im Bauhauptgewerbe (Bundesgebiet ohne Berlin).

	Umsätze Bauhaupt- gewerbe	Zahl der Beschäftig- ten [Jahres- mittel]	Summe der geleisteten Arbeits- stunden [1000 Std.]	Jahres- umsatz je Beschäf- tigten [DM]	Umsatz je Arbeits- stunde [DM]	Produktion Bau- maschinen [1000 DM]
	[1000 DM]		[1000 Std.]	[DM]	[DM]	
1954	14 172 000	1 208 727	2 497 594	11 725	5,67	575 000
1955	15 638 000	1 217 343	2 550 458	12 846	6,13	657 100
1956	16 510 573	1 232 561	2 438 678	13 395	6,77	584 900
1957	17 764 465	1 240 687	2 403 436	14 318	7,39	687 000
1958	21 606 993	1 321 572	2 556 145	16 349	8,45	961 600
1959	24 182 072	1 360 132	2 522 925	17 779	9,58	1 200 900

ohne Saarland.

Im Jahre 1960 im Bauhauptgewerbe 1,360 Mio. Personen gegenüber 1,322 Mio. im Jahre 1959 tätig. Obgleich jedoch die Zahl der Beschäftigten ein geringes Ansteigen zu bemerken ist, hat sich die Gesamtzahl der geleisteten Arbeitsstunden seit Jahren nicht erhöht. Sie ist mit 23 Mrd. Stunden im Jahre 1960 und 2,556 Mrd. Stunden im Jahre 1959 nahezu konstant geblieben. Der geringfügige Rückgang im letzten Jahre erklärt sich aus dem allgemeinen Übergang zur Fünf-Tage-Woche mit 44 Arbeitsstunden.

Die trotz dieses kleineren Arbeitsaufwandes erzielten Umsatzsteigerungen weisen auch bei Berücksichtigung des veränderten Preisbildes deutlich auf die Erfolge der Rationalisierung der Bauarbeiten hin. Der Anteil am Jahresumsatz jedes im Bauhauptgewerbe Beschäftigten ist in fünf Jahren von 11 725 DM auf 17 779 DM gestiegen; der je

Arbeitsstunde erzielte Umsatzanteil wuchs von 5,67 DM auf 9,58 DM an. Um den Einfluß des Anstiegs der Preise bei einem Vergleich dieser Zahlen auszuschalten, bietet sich eine Gegenüberstellung mit dem in den jeweiligen Jahren geltenden Tarif-Ecklohn eines Facharbeiters an. Er ist von 1955 bis 1960 von 2,12 DM auf 2,82 DM je Stunde gestiegen.

Das Gesicht der Baustellen hat im Laufe der letzten Jahre mannigfache Änderungen erfahren. Neben dem Einsatz neuer leistungsstarker Baumaschinen und Fördergeräte haben zahlreiche neue Baustoffe und neuartige Arbeits- und Montagethoden Veranlassung zu grundlegenden Änderungen des Baubetriebes gegeben. Der Maschinist auf einer Baumaschine ist der neue Typ eines Facharbeiters, der sein Gerät zu beherrschen und auszunutzen weiß, und der in seiner Tätigkeit die volle Befriedigung seiner Ansprüche nach wirtschaftlicher Sicherstellung und sinnvoller Arbeit findet. Der mechanisierte Betrieb erfordert aber auch eine gekonnte Bauführung, die die zweckmäßigen Einsatzformen und die Leistungsgrenzen der Maschinen kennt. Die sorgfältige Planung der gesamten Bauausführung und die Vorbereitung aller Arbeitsgänge sind die Voraussetzungen für einen zügigen Ablauf und einen technisch und wirtschaftlich befriedigenden Abschluß.

Als Schrittmacher der Mechanisierung des Baubetriebes sind der Erdbau und der Straßenbau anzusprechen. Die menschenleere Baustelle und der weitgehende Verzicht auf Handarbeit haben auf diesen Gebieten zu besonders einschneidenden Veränderungen geführt. Die jüngste Entwicklung führte im Erdbau bei den kontinuierlich arbeitenden Geräten zu den Schaufelradbaggern, die jetzt auch für kleinere Aufgaben mit Leistungen von 50 m³/h aufwärts zur Verfügung stehen. Nur in Verbindung mit stetig ladenden Gewinnungsmaschinen ist bei stationären Betrieben noch der schienengebundene Förderbetrieb anzutreffen. Stets wird aber ein Kostenvergleich mit der leistungsfähigen Bandstraße zu empfehlen sein.

Der Löffelbagger findet einen oft erfolgreichen Wettbewerber in den schweren Fahrladern mit Luftbereifung, die in leichten und mittleren Böden und bei der Ladearbeit im Steinbruch hohe Leistungen erzielen. Die größten Typen der Lader haben Motorleistungen bis 340 PS und Schaufelinhalte bis 3,0 m³.

Als ein unentbehrliches Hilfsgerät auf der Erdbaustelle erweist sich der Straßenhobel. Das zunehmende Interesse an diesem Gerät gab Veranlassung zu einer wesentlichen Erweiterung des Typenprogrammes. Die Reihe der angebotenen Straßenhobel reichte von einem Leichtgerät mit 35 PS Motorleistung bis zu einem 20-t-Typ mit 220 PS.

Im Straßenbau hat sich sowohl bei den Betonfahrbahnen als bei den bituminösen Decken die Fließfertigung mit einer gleichbleibenden Gerätefolge durchgesetzt. In den zentralen Aufbereitungsanlagen wird der Arbeitsablauf von einem Bedienungsstand aus gesteuert. Alle größeren Anlagen erhalten geeignete Einrichtungen zur Betriebsüberwachung und zur selbsttätigen Fehleranzeige. Im Vordergrund der Entwicklung steht das Streben nach einem automatischen Ablauf aller Schaltvorgänge.

Beim Aufbereiten von bituminösem Mischgut erfordert das Gesetz zur Reinhaltung der Luft wirksame Maßnahmen zur Entstaubung der Abluft aus der Trockentrommel. Von allen einschlägigen Herstellern wurden Naßenstaubungsanlagen entwickelt, die im Anschluß an die Zyklonanlagen Feinst-Staubteilchen unter 0,005 mm Dmr. bis auf etwa 5 % der Gesamtstaubmenge zurückhalten.

Lebhaftes Anstrengungen wurden von den Konstrukteuren der Trocken- und Mischanlagen den Hilfseinrichtungen für schnelles Auf- und Abbauen gewidmet, die für einen wirtschaftlichen Einsatz von fahrbaren Anlagen unentbehrlich sind. Zur Vereinfachung der Montage wurde auf hydraulisch ausfahrbare Stützen, Seilzüge, Schwenkwerke und schräg liegende Gleitbahnen zurückgegriffen.

Zum Schmelzen und Erhitzen der Bindemittel wird in modernen Lager- und Versorgungstanks nur noch Ölfeuerung verwendet. Die Behälter, die vielfach mit einem Fahrgestell zur Leerfahrt ausgerüstet sind, wurden mit Flammrohrheizung und mit indirekter Thermalöl-Umlaufheizung angeboten.

Bei den Einbaumaschinen kommt die größte Aufmerksamkeit dem Deckenschluß und der erzielbaren Ebenföhrigkeit zu. Besonders hohen Anforderungen genügt beim Bau von Betonfahrbahnen ein zusätzlicher Nivellierbalken, der im Anschluß an den Fertiger über die Decke geföhrt wird, um letzte Unebenheiten der Oberfläche auszugleichen.

Unter den Verdichtungsgeräten wurde den schweren Rüttelgeräten und den überschweren Gummiradwalzen erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt. Selbstfahrende Gummiradwalzen erreichen durch Ballastaufnahme heute Gewichte bis 30 t. Ihr Einsatzbereich ist der Groß-Erdbau, das Verdichten des Schotterunterbaues und neuerdings auch das Verdichten von bituminösen Tragschichten.

Die Kernfrage des Transportbetons ist die Beeinflussung der Kosten durch die Umlaufzeit der Mischfahrzeuge. Ihre hohen Vorhaltekosten lassen sich nur aufheben, wenn die Entlade- und Wartezeit auf ein Minimum beschränkt wird. Hier zeichnen sich zwei Lösungen ab: Der erste Weg ist das Einsparen hoher Anlagekosten durch die Verwendung von Fahrzeugen mit Kippmulden, die an der Aufbereitungsanlage bereits fertigen Beton aufnehmen. Mit diesen Wagen können natürlich nur Baustellen in einem beschränkten Umkreis beliefert werden, wenn die geforderte Betongüte nicht leiden soll. Der zweite Weg ist die Verkürzung der Umlaufzeit der Transportmischer durch die Einführung eines Zwischensilos, der die angelieferte Betonmenge beim Eintreffen des Mixers auf der Baustelle sofort übernimmt. Die Weitergabe des Betons zur Einbaustelle darf natürlich nicht über die zulässige Lagerzeit des Frischbetons hinausgehen.

Bei den Zuteil- und Mischanlagen für die Baustelle stehen ein geringer Zeitbedarf für den Auf- und Abbau und ein möglichst kleiner Aufwand an Bedienungsarbeit im Vordergrund der Forderungen. Gegenüber dem Handschrapper kann die Leistung durch eine Schaufel mit kraftangetriebenem Lastweg und Rücklauf wesentlich gesteigert werden. Die einfache Druckknopfsteuerung der Schraperschaufel und der Übergang zur halb- oder vollautomatischen Steuerung der Mischvorgänge sind auch bei Anlagen mittlerer Größe die Merkmale der Entwicklung.

Bemerkenswert groß war in Hannover für den Hochbau das Angebot an leichten Turmdrehkränen, die sich durch besonders kurze Montagezeiten auszeichneten. Der Aufbau kann bei einigen Typen auf einer vorbereiteten Standfläche in weniger als einer Stunde durchgeführt werden. Die Krane dieser Gruppe erreichen Hakenhöhen von etwa 15 m und Ausladungen bis 12 m. Sie weisen in der äußersten Laststellung Tragkräfte zwischen 400 und 500 kg auf.

Das vielseitige Angebot von Hochhauskränen, Kletterkränen und Mobilkränen unterstrich die Bedeutung dieser Hebezeuge für die moderne Baustelle¹. Neuentwicklungen waren besonders bei den Mobil- und Autokränen zu verzeichnen, die mit dem erhöhten Interesse, das die Verwendung vorgefertigter Bauteile findet, zu einem wichtigen Glied in der Kette der Maßnahmen zur Rationalisierung des Hochbaues geworden sind. Ihre Beweglichkeit und ihre schnelle Betriebswirtschaft tragen erheblich zur Sicherung eines wirtschaftlichen Ablaufes der Montagearbeiten bei.

¹ Hille: Der Bauingenieur 36 (1961) H. 4, S. 121—127.

Von den in Hannover und München vorgeführten Baumaschinen für die übrigen Sparten des Bauingenieurwesens seien hier noch Geräte für den Grundbau und für Stollenbau erwähnt. Im Grundbau hat die Rütteltechnik ein neues Arbeitsfeld beim Ziehen und Rammen von Pfählen und Spundbohlen gefunden. Beim Tunnel- und Stollenbau und bei den Arbeiten im Steinbruch sind die Anstrengungen zur Vervollkommenheit der Mechanisierung Bohr- und Ladevorgänge hervorzuheben.

Die nachstehende Zusammenstellung trachtet nicht einer vollständigen Behandlung der gezeigten Baumaschinen. Im Rahmen dieses Berichtes sollen vielmehr nur die Entwicklungen von Geräten einiger ausgewählter Arbeitsgebiete besprochen werden.

Grundbaugeräte

Zum Rammen und Ziehen von Pfählen und Spundbohlen eignen sich Vibrationsbären, die gerichtheten Schwingungen in der Richtung der Längsachse des Rammgutes erzeugen. Für die Erregung werden umlaufende Unwuchten mit einer Pendellagerung der Achse (Abb. 1)



Abb. 1. Vibrationsbär mit Pendelrüttler auf einer Doppelspindel (Flottmann, Herne).

oder zwei gegenläufig synchron kreisende Unwuchten (Abb. 2) verwendet, bei denen sich die seitlich gerichteten Komponenten aufheben. Zum Übertragen der Schwingungen muß der Bär fest mit dem Kopf des Rammgutes verbunden sein.

Die Schwingungen lösen die Oberfläche des Spundbohlenprofils aus der Haftung des Bodens, so daß mit einem geringen Kraftaufwand das Eindringen in den Grund das Herausziehen möglich ist. In schwierigen Böden kann sich das Eindringen des Rammgutes durch eine Auflager unterstützen. Die zusätzliche Kraft kann am Pfahl durch einen nach unten wirkenden Seilzug erzeugt werden. Ob der Pfahl einen Mäklar als Führung erhält oder der Vibrationsbär frei an einem Seil hängt, ist vor allem eine Frage des anstehenden Bodens, der zu durchfahren ist. Mit einer Mäklarführung läßt sich jede gewünschte Pfahlnelgung bis zur Horizontallage erreichen.

Bei Zieharbeiten kann die Anschlußplatte des Vibrationsbären mit einer Bolzenverbindung an der Bohle am Trägersteg befestigt werden (Abb. 3). Es besteht auch die Möglichkeit, die Grundplatte mit einer verstellbaren Klemmvorrichtung auszustatten, die mechanisch hydraulisch angepreßt wird. Besonders zweckmäöig scheint die Lösung, die Klemmböcken durch Federn anzupressen und sie durch eine Hydraulik beim Abbau des Bären zu lüften. Eine einfache Handpumpe, die trennt aufgestellt wird, fördert das Drucköl durch

lauchverbindung zu den Backen. Diese Betriebsart gibt Gewähr, daß der Bär auch bei einer Beschädigung der lauchverbindung nicht herabfallen kann, da der Öldruck zum Anpressen, sondern zum Lösen der Klemmvorrichtung benötigt wird.

Der elektromotorische Antrieb der kreisenden Unwuchzeichnet sich durch eine sehr einfache Energieversorgung über ein nachgeschlepptes Kabel aus. Die Vorteile Rüttelbären liegen in einer erschütterungsarmen, fast ausschließlichen Arbeitsweise. Aus den letzten Jahren liegen zahlreiche Bestätigungen über den erfolgreichen Einsatz von Vibrationsbären beim Ziehen und Rammen in

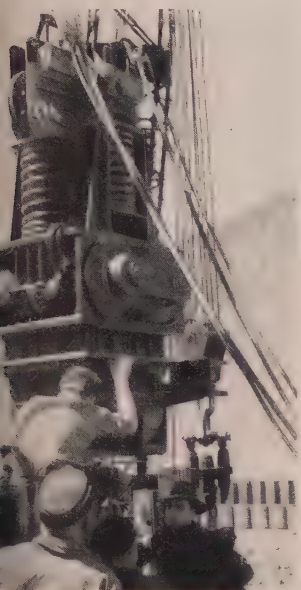


Abb. 2. Vibrationsbär mit zwei mechanisch gekuppelten Elektromotoren und abgefederter Aufhängung. Motorleistung 2×27 kW; Frequenz 25 Hz; Gewicht 3700 kg. — (Schenck, Darmstadt.)



Abb. 3. Ziehen eines Walzträgers mit einem Elektromotoren-Vibrationsbären. — Motorleistung 5,5 kW; Frequenz 50 Hz; Gewicht 550 kg. — (Mend und Hammbroek, Hamburg-Altona.)

verschiedlichen Bodenverhältnissen vor. Die einfache Aufhängung am Ausleger eines Mobilkranes bietet erhebliche Vorteile auf schwer zugänglichen Bauplätzen.

Für einen Hochdruckdieselbären mit nur 195 kg Gewicht für leichte Rammarbeiten entwickelte die Delmag-Schienenfabrik, Eßlingen. Der Bär arbeitet ohne übertragende Teile als Dieselzweitaktmaschine mit Umkehrumkehrung. Zum Start wird der Bär in seinen Führungsschienen hochgehoben und ausgeklinkt. Beim Herabfallen schlägt der Bär zuerst mit seinem Kolben auf die Schlaghaube (Abb. 4). Kurz vor dem Aufschlag des nachfolgenden Zylinders wird Dieselkraftstoff mit hohem Druck in den Zylinderraum gespritzt und durch Selbstentzündung eine Explosion gebracht.

Die beim Verpuffen frei werdende Energie der Verbrennungsgase drückt zunächst auf die Schlaghaube und bewirkt dadurch die Wirkung des herabfallenden Zylinders. Gleichzeitig wird der Bär wieder in die Ausgangsstellung in den nächsten Arbeitsspielraum hochgeworfen. Die Hubhöhe des schlagenden Zylinders beträgt etwa 60 cm; die Schlagenergie wird mit 150 mkg angegeben.

Um eine hohe Beweglichkeit für eine Dieselramme mit einem bis 1250 kg Bärsgewicht zu erreichen, wurde der zur bisherigen zusammenklappbare Mäler und die Seilwinde auf dem Fahrgestell eines Dreiachs-Lastkraftwagens montiert.

Der Wagen muß eine Nutzlast von 12 t aufnehmen können, damit sich die bei einem fliegenden Einsatz benötigten Zusatzeinrichtungen und das vorgesehene Rammgerät ebenfalls verladen lassen. Den Vorzug verdient ein leichtgängiges Fahrzeug mit Allradantrieb.

In der Marschstellung liegt der Mäler horizontal über dem Führerhaus. Seine Gesamtlänge von 13,25 m läßt

eine nutzbare Höhe von 9,00 m zu. Stützstreben am Mäler ermöglichen es, Pfahleinstellungen nach allen Richtungen einzustellen, um Schrägrammungen ausführen zu können. Während der Rammarbeit stützt sich die Rammstube zur Entlastung des Fahrgestelles und zur Erhöhung der Standfestigkeit auf zwei ausklappbaren Stützen ab. Ihr Spreizmaß beträgt 3,50 m.

Alle Bewegungen des Mälers werden hydraulisch angetrieben. Mit Hilfe der Hydraulik läßt er sich vor Beginn der Rammarbeiten aufstellen und durch seitliches Verschieben auf den geforderten Fußpunkt des Pfahles einrichten. Die Stützfüße werden ebenfalls hydraulisch herunter-

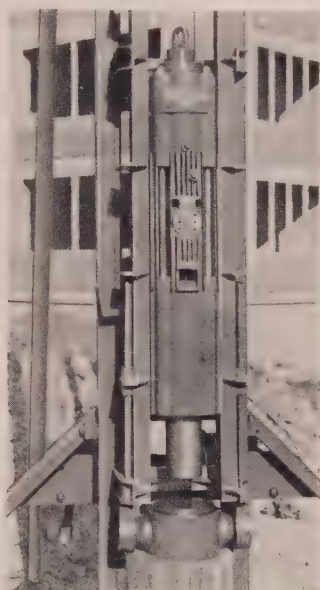


Abb. 4. Kleinst-Hochdruckdieselbär. — Bärsgewicht 195 kg; Zylinderdrehgewicht 175 kg; Schlagzahl 68 bis 90 je min. — (Delmag, Eßlingen.)



Abb. 5. Fahrbarer Mäler mit Handwinde für Kleinst-Dieselbär. (Delmag, Eßlingen.)

geschwenkt und ausgefahren. Den Antrieb der Doppeltrommelwinde übernimmt ein Ölmotor, der zusammen mit den hydraulischen Arbeitszylindern von einer gemeinsamen Versorgungspumpe gespeist wird, die den Fahrzeugmotor antreibt. Die Seilwinde dient zum Hochziehen des Rammgutes und zum Anheben des Dieselbären in die Startstellung.

Erdbaugeräte

Die günstigen Erfahrungen, die in den letzten Jahren im Braunkohlen-Tagebau beim Einsatz von Schaufelradbaggern gemacht wurden, haben Veranlassung gegeben, sich auch mit der Entwicklung kleinerer Typen zu beschäftigen, die für die mittlere Erdbaustelle bestimmt sind. Der saubere Schnitt des sicher geführten Schaufelrades bietet im kontinuierlichen Arbeitsbetrieb eine vielseitige Verwendungsmöglichkeit beim Geländeabtrag, bei der Baggerung von Einschnitten und Kanälen und beim Herstellen von Böschungen.

Die Kleinschaufelradbagger-Reihe umfaßt Baugrößen mit Leistungen von etwa 50 bis 400 m³/h. Die gleichbleibenden Merkmale dieser Bagger sind das Raupenfahrwerk mit dem drehbar aufgebauten Oberteil, das auf der einen Seite den Ausleger mit dem heb- und senkbaren Schaufelrad und auf der Gegenseite das getrennt schwenkbare Abwurfband trägt. Der kontinuierliche Grabvorgang bietet betriebliche Vorteile durch einen geringen spezifischen Leistungsbedarf und durch eine gleichbleibende Belastung und Beanspruchung aller Konstruktionsteile.

In der Baureihe der Kleinschaufelradbagger von Krupp, Rheinhausen, trat als Neuentwicklung ein Gerät mit 20 l Schaufelinhalt in Erscheinung, das mit zwei zellenlosen Schaufelrädern ausgerüstet ist, die rechts und links des Auf-

nahmebandes am Ausleger angeordnet sind (Abb. 6). Der Bagger ist besonders für das Gewinnen festgelagerter Tonschichten bemessen. Zwischen den Schaufeln sind zum Zerkleinern des gewonnenen Bodens und zur Erhöhung der Schnittleistung Vorschneidmesser angeordnet. Beim Schwenken des Auslegers ist jeweils nur das in der Schwenk-

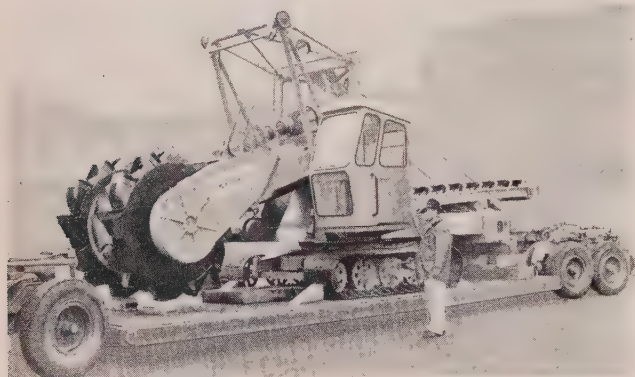


Abb. 6. Transport eines Kleinschaufelradbaggers für Tongewinnung auf einem Tieflader. — Schaufelinhalt 20 l; Schaufelraddurchmesser 1,90 m; installierte Leistung 45 kW; Dienstgewicht 18 t. — (Krupp Maschinen- und Stahlbau, Rheinhausen.)

richtung liegende Schaufelrad am Grabvorgang beteiligt. Die Schaufeln und Messer sind leicht auswechselbar an den Rädern befestigt. Der Antrieb wird durch eine Sicherheitskupplung vor einer Überlastung bei der Grabarbeit geschützt.

Die beiden Schaufelräder werden von einem Elektromotor mit 22 kW angetrieben. Das Schwenken des Auslegers und das Heben und Absenken übernehmen zwei weitere Elektromotoren. Zum Schwenken und Verstellen des Abwurfbandes genügt bei dieser Gerätegröße der Handbetrieb. Der mittlere Bodendruck unter den Raupen

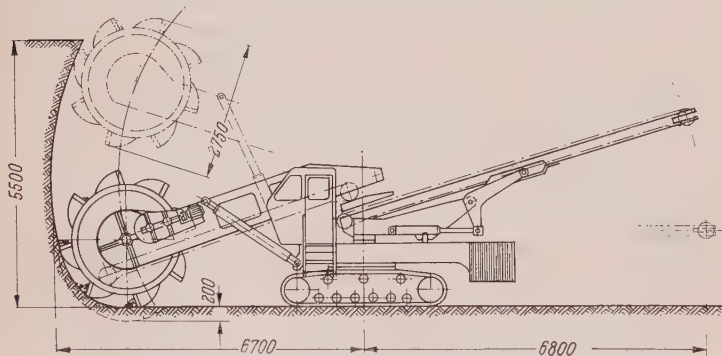


Abb. 7. Schaufelradbagger mit 45-l-Schaufeln. — Installierte Leistung 40 kW. — (Weserhütte, Bad Oeynhausen.)

beträgt $0,64 \text{ kg/cm}^2$. Während des Betriebes können geneigte Flächen bis 1 : 10 befahren werden. Im Blockbetrieb läßt sich eine Breite bis 6 m und eine Höhe bis 3,50 m abtragen.

Bei einer Schnittgeschwindigkeit von 1 m/s werden 2×30 Schüttungen je min erreicht. Die theoretische Förderleistung ergibt sich daraus zu $72 \text{ m}^3/\text{h}$. Für die Berechnung der Dauerleistung müssen die Auflockerung und der erreichbare Füllungsgrad der Schaufeln berücksichtigt werden.

Größere Schaufelradbagger können für die Auf- und Abwärtsbewegungen des Schaufelradauslegers und des Abwurfbandes mit hydraulischen Hubzylindern ausgerüstet werden. Der Verzicht auf Flasenzüge und Abstützböcke läßt wesentliche Einsparungen an Bauhöhe zu. Bei dieser Typenreihe der Weserhütte, Bad Oeynhausen, mit 45 bis 200 l Schaufelinhalt trägt das Rad 8 Schaufeln (Abb. 7). Die Geräte sind zur Aufnahme von losen Schüttgütern besonders leistungsfähig. Das Einrichten auf den geforderten Abwurfpunkt erfordert auch bei dieser Bauart, daß sich

der Abwurfbandes gegenüber dem Oberwagen um 1 schwenken läßt.

Für den Antrieb wird den Baggern die elektrische Energie über ein Schleppkabel zugeführt. Der wirtschaftliche Mehrmotorenantrieb erspart weitgehende mechanische Kraftübertragungen und die dazugehörigen



Abb. 8. Raupenbagger mit Teleskopausleger. — Reichweite 10,5 m; Motorleistung 90 PS; Gewicht 6,8 t. — (Wieger, Neuß am Rh.)

Schaltkupplungen, da jeder Motor direkt mit seinem Antriebsstrang verbunden ist.

Universell verwendbare Bagger mit teleskopartig ausfahrbarem Ausleger, an dessen Spitze eine Vielzahl verschiedener Werkzeuge für Grab-, Lade- und Förderarbeiten eingesetzt werden kann, wurden jetzt auf der Messe in Düsseldorf vorgestellt. Das Gerät ist auf einem Raupenfahrwerk, mit Luftbereifung und auf einem LKW-fähigen Fahrgestell angeboten. Neben dem ersten Typ, dem amerikanischen Gradall (Charles Ke-

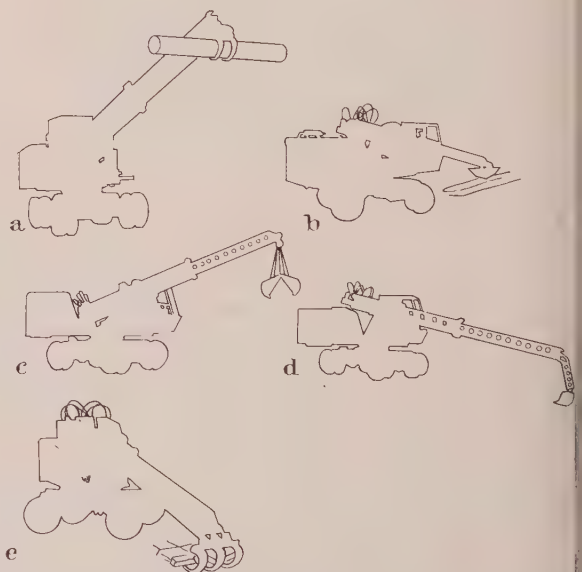


Abb. 9. Mobilbagger mit Teleskopausleger mit verschiedenen Arbeitswerkzeugen. Reichweite 7,30 m. — Motorleistung 60 PS. — a) Greifzange; b) Grabenaushub; c) Greifer; d) Tieföffel am Verlängerungsarm; e) Reißhaken. — (F. W. Schwing, Wanne-Eickel.)

Düsseldorf)², traten jetzt zwei weitere Geräte dieser Art in Erscheinung. Für die Arbeitsbewegungen werden weitgehend hydraulische Antriebe verwendet.

Allen Ausführungsformen gemeinsam ist der hydraulisch bewegte Kolben in seiner Längsrichtung ausfahrbare Ausleger mit dreieckigem Querschnitt, der sich auch um seine Längsachse drehen läßt. Darüber hin-

² Hille: Der Bauingenieur 31 (1956) H. 8, S. 293.

t der Ausleger heb- und senkbar, so daß er auch für Arbeiten über und unter Planum geeignet ist. Eine weitere Bewegungsmöglichkeit bietet der Drehkranz zwischen Unter- und Oberwagen. Der große Vorteil der hydraulisch geführten Werkzeuge liegt in der Genauigkeit der erstellbarkeit beim Ansetzen und bei der Arbeit. Für die Kipp-, Kipp- oder Schwenkbewegungen des Werkzeuges ist an der Spitze des Teleskopauslegers stets ein hydraulischer Arbeitszylinder angebracht, der mit dem jeweils beweglichen Werkzeugteil beim Anbau verbunden wird.

Unter den Fahrladern, die bei der Bodenbewegung Verwendung finden, ist der Drang zum schweren Gerät zu erkennen. Kleinere Geräte mit Schaufelinhalt bis etwa 1 m^3 werden als Front-, Schwenk- oder Überkopflader angeboten; ihr hauptsächliches Arbeitsgebiet ist nicht der Erdbau, sondern der Baustoffumschlag und die Baustoffversorgung. Die großen Schaufeln mit 1 bis 2 m^3 Inhalt finden überwiegend beim Erdbau Verwendung. Die großen Hubkräfte, die beim Laden aufzubringen sind, und das Einfahren vor der Wand erfordern bei diesen Größen Motorleistungen über 100 PS. Zwischen Motor und Fahrtrieb ist bei den schweren Typen stets ein Drehmomentwandler eingefügt, um schnell und kraftvoll bei günstiger Motordrehzahl anfahren und schaufeln zu können.

Die Fahreigenschaften und die sichere Manövrierfähigkeit der Lader ist weitgehend von der Gewichtsverteilung auf die Räder abhängig. Am Beispiel einer Lade-

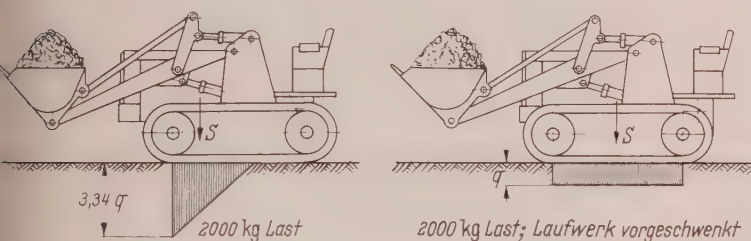


Abb. 10. Abhängigkeit der Druckverteilung unter den Raupen eines Frontladers von der Lage des Laufwerkes. — (Rheinstahl-Hanomag, Hannover.)

gruppe zeigt Abb. 10, welchen Einfluß die Lage des Laufwerkes auf die Druckverteilung unter den Raupen hat: Nur bei weit vorgezogenem Laufwerk ist bei gefüllter Schaufel eine etwa gleichmäßige Bodenpressung unter den Gleitketten zu erwarten. Soll bei einem luftbereiften Lader eine möglichst gleich hohe Belastung der Vorder- und Hinterachse erreicht werden, so muß das Motorgewicht auf der hinteren angeordneten Lenkachse liegen. Die Vorderachse muß weit nach vorn an den Kopf des Fahrgestells zu legen,



Abb. 11. Fahrlader mit $2,7\text{-m}^3$ -Schaufel. — Motorleistung 184 PS; Gewicht 13 t. — (Allis-Chalmers/Schmidt und Koch, Bremen.)

beim Heben der Schaufel eine nach vorn gerückte Schwerpunkt-lage zu erzielen. Der Fahrer sitzt daher vor dem Motor dicht hinter oder über der Vorderachse des Laders (Abb. 11).

Die Kinematik der Schaufel ist so eingerichtet, daß zwei Hydraulikkolben zu ihrer Führung erforderlich sind. Ein Kolben treibt die Hubbewegungen, der zweite die Kippbewegungen der Schaufel beim Ansetzen zum Laden

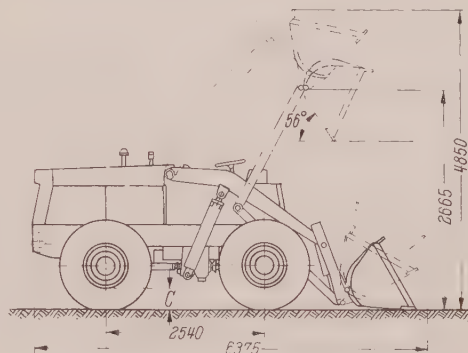


Abb. 12. Fahrlader mit neben dem Fahrersitz liegender Schaufelführung. — Schaufelinhalt $2,1 \text{ m}^3$; Motorleistung 145 PS; Gewicht 13,6 t. — (Michigan/Scheid, Limburg/Lahn.)

und beim Abwerfen an. Das Führungsgestänge der Schaufel kann dabei neben dem Sitz des Fahrers (Abb. 12) oder auch, um seinen Arbeitsplatz nicht einzuengen, vor dem Fahrer angeordnet sein (Abb. 13).

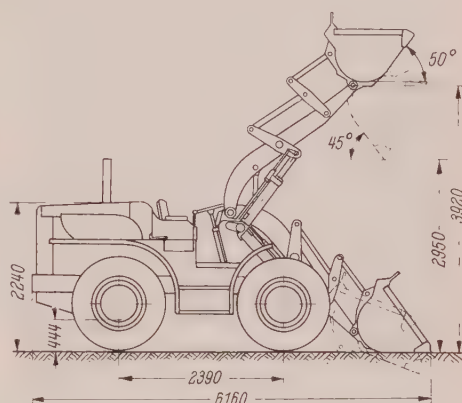


Abb. 13. Fahrlader mit vor dem Fahrersitz liegender Schaufelführung. — Schaufelinhalt $2,1 \text{ m}^3$; Motorleistung 140 PS; Gewicht 12 t. — (Caterpillar, Worms a. Rh.)

Als zweckmäßige Ladeweise haben sich geradlinige Pendelfahrten des Laders vor der abzutragenden Wand erwiesen. Der Erdtransportwagen muß dabei zur Aufnahme



Abb. 14. Fahrlader im Abraumbetrieb. — Schaufelinhalt 2 m^3 ; Motorleistung 150 PS; Gewicht 14 t. — (Zettelmeyer, Konz b. Trier.)

jeder Schaufelfüllung ebenfalls kurze Pendelfahrten ausführen (Abb. 14). Auch schwere Fahrlader können im Dauerbetrieb beim Laden von mittelschwerem Boden und bei der Arbeit im Steinbruch ein Ladespiel mit etwa 10 m

Pendelstrecke in 0,6 bis 0,7 min ausführen. Die Fahr-sicherheit und die Geländegängigkeit werden durch Allrad-antrieb und durch die Wahl genügend großer Reifenprofile gewährleistet. Bei einem Betriebsgewicht von etwa 17 t wird ein 2-m³-Fahrlader im Erdbetrieb mit einer Reifen-größe 16.00—24 bis 18.00—25 auszurüsten sein.

Die Schaufelgrößen lassen sich dem Raumgewicht des Ladegutes anpassen. Die in den Abbildungen genannten Inhalte beziehen sich auf die zu den Geräten gehörigen Standardschaufeln für Erdarbeiten in mittelschwerem Boden. Zum Lösen des Bodens ist das Aufsetzen von Reiß-zähnen am Schaufelrand zu empfehlen. Sie tragen stets zur Erhöhung der Schürfleistung bei.

Ein neuer Weg des Antriebes wird bei einem voll-hydraulischen Fahrlader beschritten, der in München und Hannover von der Maschinenfabrik Beien, Herne, aus-



Abb. 15. Fahrlader mit hydrostatischem Fährantrieb. — Schaufel-inhalt 1 m³; Motorleistung 60 PS. — (Maschinenfabrik Beien, Herne i. Westf.)

gestellt wurde (Abb. 15). An die von einer Zweistrom-Axialkolbenpumpe mit 220 atü Betriebsdruck und 340 l/min Förderleistung gespeisten Hydraulikanlage sind nicht nur die Hub- und Kippzylinder der Schaufel, sondern auch zwei Ölmotoren für den Fährantrieb des Laders an-geschlossen. Angetrieben werden die beiden vorderen Räder, auf deren Achsen die Ölmotoren angebracht sind (Abb. 16).

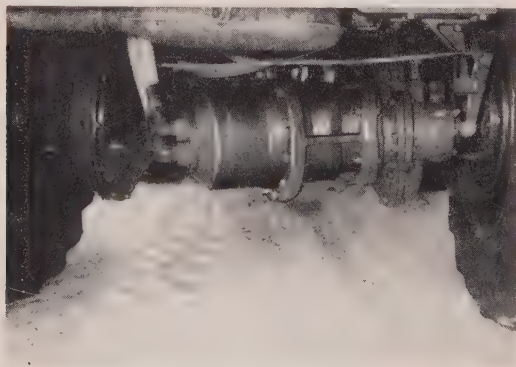


Abb. 16. Ölmotor an der Vorderachse eines Fahrladers. — Straßen-fahrbereich 0—20 km/h; Arbeitsfahrbereich 0—9 km/h. — (Maschinen-fabrik Beien, Herne i. Westf.)

Dieser Übergang zu einem hydrostatischen Fährantrieb verspricht Vorteile in der Bedienung, die ohne ein Schalt-getriebe auskommt. Die Kraftaufnahme paßt sich bei der

Vor- und Rückfahrt stets dem jeweiligen Kraftbedarf an. Ein Abfall der Leistung durch eine Schaltverzögerung ausgeschlossen.

Die beiden sich ergänzenden Ölströme der Pumpe den durch einen selbsttätig arbeitenden Leistungsregler zu den Hub- bzw. Kippzylindern der Schaufel und zu Ölmotoren des Fährwerkes geleitet. Wegen der gleichbleibenden Ausnutzung der Motorleistung reicht der Gesamtbetrieb des Fahrladers ein mit einer konstanten Drehzahl von 1600 U/min laufender 60-PS-Dieselmotor aus. Die Hubkraft an der 1 m³ fassenden Schaufel mit 4 t angegeben; auf der Straße kann der Lader Spitzengeschwindigkeit von 20 km/h erreichen.

Verdichtungsgeräte

Statisch wirkende Dreiachswalzen sind auch in früheren Jahren gelegentlich auf den deutschen Märkten vorgeführt worden; eine nennenswerte Verbreitung haben sie jedoch bisher nicht finden können. Da dieser Baubereich in einigen anderen europäischen Ländern Vorzüge in Bezug auf die erreichbare Ebenheit der bearbeiteten Flächen nachgesagt werden, nimmt es nicht wunder, wenn der Walzentyp immer wieder angeboten wird.

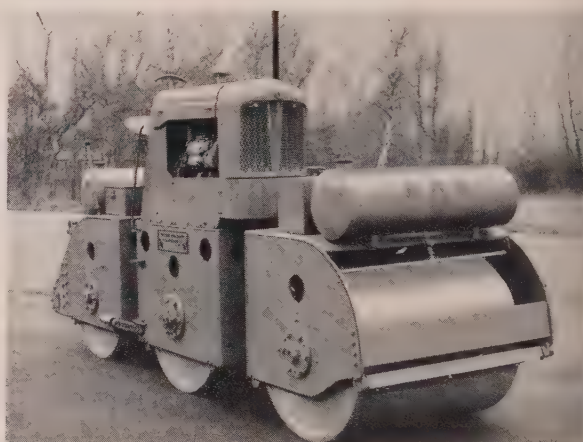


Abb. 17. Statisch wirkende Dreiachs-Straßenwalze. — Gewicht bis 12,5 t; Bandagenbreite 1200 mm; Walzendmr. 1050 mm; Motorleistung 50 PS. — (Ringsted Jernstøberi und Maskinfabrik Ringsted/Dänemark.)

Bei der von der dänischen Ringsted Jernstøberi und Maskinfabrik vorgeführten Variante ist jeder der drei Walzenkörper in einem kräftigen Rahmen gelagert (Abb. 17). Die drei Rahmen sind untereinander durch Scharnierverbindungen senkrechten Drehzapfen verbunden. Zapfen und Buchsen sind so bemessen, daß die drei Walzen auch beim Überfahren von Unebenheiten in einer Ebene bleiben. Erhalten die Stellen der zu walzenden Fläche erhalten daher auch bei Überfahren einen höheren Arbeitsdruck, wenn sich ein Walzenkörper von beiden anderen Walzen vom Boden abhebt. Bei der nächsten Walzgänge wird der erhöhte Druck sich so auf diesen Punkt konzentrieren, bis die gewünschte Flächenhaftigkeit erreicht ist.

Alle drei Walzen werden von dem über der mittleren Walze angeordneten Motor über Schneckentriebe und Lenketten in Ölbalkenrahmen angetrieben. Die übliche Verleselungsanlagen der Bandagen gehören zur normalen Ausstattung. Eine Lenkvorrichtung im Rahmen der mittleren Walze hält auch beim Durchfahren von Krümmungen die drei Walzen in der gleichen Spur. Alle Punkte einer Fahrbahn erhalten dadurch bei jedem Übergang die gleiche Lastfolge.

Eine neue schwere Motor-Gummiradwalze der Scheid, Limburg, besitzt ein Eigengewicht von 15 t und sich durch Ballastaufnahme auf 30 t Dienstgewicht steigern läßt. Das Gesamtgewicht stützt sich vorn auf drei hintere auf vier luftbereiften Rädern ab (Abb. 18). Zwischen dem Motor und den hinten liegenden angetriebenen



Abb. 18. Selbstfahrende Gummiradwalze. — Gewicht 15 bis 30 t; Motorleistung 126 PS. — Fahrgeschwindigkeiten: 1. Gang 0 bis 5 km/h; 2. Gang 0 bis 6,9 km/h; 3. Gang 0 bis 20 km/h. — (Scheid, Limburg/Lahn.)

ern ist ein Drehmomentwandler in die Kraftübertragung eingeschaltet worden.

Um eine gleichmäßige Verteilung des Walzengewichtes auf alle Räder zu erreichen, werden jeweils zwei benachbarte Räder zu einem Radpaar zusammengefaßt und pendelnd aufgehängt. Die Kraftverzweigung führt über im Walzbad laufende Zahnradgetriebe und Gelenkwellen in Gummimanschetten zu den Radachsen. Die Aufstandsflächen der Reifen lassen sich dem geforderten Walzdruck durch Regelung des Luftdrucks in den Reifen anpassen. Die Grenzen liegen bei 2 bzw. 8 atü. Als Reifenprofil wurden die Abmessungen 13.00—24 gewählt.

Die Baureihe der BOMAG-Doppelvibrationswalzen³ ist durch einen schweren Typ mit 6 t Gewicht er-



Abb. 19. Doppelvibrationswalze. — Gewicht 6 t; Arbeitsbreite 2,0 m; Walzendmr. 800 mm; Motorleistung 50 PS. — (BOMAG, Boppard/Rhein.)

nutzt worden. Die Walzkörper sind in der Mitte unterteilt; die der vier Walzen wird zur Erhöhung der Steigfähigkeit und zur Verbesserung der Kurvenfahrt angetrieben (Abb. 19). Zur Verminderung der Bedienungsarbeit und zur Erhöhung der Arbeitsgenauigkeit ist ein besonderes Lenkgetriebe eingebaut.

Der neben dem Fahrersitz angeordnete 50-PS-Motor steuert die Fahrbewegungen der Doppelwalze und die gegenläufig synchron kreisenden Unwuchten zur Schwingungserregung an. Die senkrecht gerichteten Schwingungen sind stufenlos bis zu einer Frequenz von 45 Hz regel-

Um bei einer Vibrationsanhängewalze mit 4 t Walzengewicht von der Schwerfälligkeit eines Raupen-

schleppers wegzukommen, stellte Weller, Düsseldorf, diese Walze in Verbindung mit einem luftbereiften Einachsschlepper vor (Abb. 20). Die 1,83 m breite Walze wird mit Schwingungen bis 40 Hz erregt. Der große Walzendurchmesser von 1,30 m schließt auch auf losen Böden



Abb. 20. Anhäng-Vibrationswalze mit Einachsschlepper. — Walzengewicht 4 t; Motorleistung 42 PS. — (Weller, Düsseldorf/Schopf, Stuttgart.)

eine schiebende Wirkung der Walze an der Oberfläche aus.

Die Fliehkraftkupplung zum Ein- und Ausschalten der Schwingungserregung der Walze wird über eine Zugleine vom Fahrersitz des Radschleppers betätigt. Die hohe Beweglichkeit der Zugmaschine ermöglicht es dem Walzenführer, die Fahrgeschwindigkeit stets auf die jeweiligen Arbeitsbedingungen und Bodeneigenschaften abzustimmen, um hohe Flächenleistungen und sichere Verdichtungsergebnisse erzielen zu können.

Von der allgemeinen Ansicht, daß die knetende Wirkung einer Schafffußwalze nur auf bindigen und die Rüttelbewegungen einer schwingenden Walze nur auf kohäsionslosen Böden die zweckmäßigste Verdichtungswirkung erbringen kann, entfernt sich die erstmalig gezeigte Konstruktion einer vibrierenden Schafffußwalze. Sie ist als Anhängewalze gebaut und soll nach Angaben der Herstellerin, der schwedischen A. B. Vibro-Verken, bereits gute Ergebnisse beim Verdichten von Ton- und Lehmschichten erbracht haben. Das große Eigengewicht von 3900 kg soll das Eindringen der aufgesetzten Füße bei den Walzgängen unterstützen (Abb. 21).



Abb. 21. Anhäng-Schafffußwalze. — Walzengewicht 3,9 t; Motorleistung 25 PS. — (A. B. Vibro-Verken/Schmidt u. Koch, Bremen.)

Als Arbeitsgeschwindigkeit werden 3—5 km/h genannt. Die 1,45 m breite Walze mit 1,20 m Durchmesser trägt 98 Füße von rund 10 cm Länge. Am Rahmen angebrachte Abstreifbleche befreien die Stachel von anhaftendem Boden.

Zur Schwingungserregung werden von den Vibro-Verken kreisende Stahlkugeln verwendet, die sich in Kugellaufbahnen an den Stirnseiten des Walzenkörpers bewegen. Ihren Antrieb erhalten sie von zwei Mitnehmern auf der Walzenachse. Die Frequenz liegt zwischen 23 und 27 Hz. Mittels einer Fliehkraftkupplung schaltet sich die Vibration selbsttätig ein, wenn die Drehzahl des Motors von der Leerlaufgeschwindigkeit auf die Arbeitsdrehzahl erhöht wird. Eine gummigefederte Aufhängung der Walzenrahmens verhindert auch bei diesem Prinzip der Erregung das Übertragen der Schwingungen auf Rahmen und Motor.

Geräte für den Betonbau

Das Kennzeichen der neuzeitlichen Dosier- und Mischanlagen mit ebenerdiger Lagerung der Zuschlagstoffe ist heute die im Mittelpunkt des Lagers stehende Zuteilwand, über der eine Schrapperwinde drehbar angeordnet ist. Wenn für die Versorgung großer Mischer ausgedehnte Flächen zur Unterbringung des Vorrates an Zuschlagstoffen erforderlich werden, ist die Leistung eines Handschrappers zum Heranführen der Körnungen nicht mehr ausreichend. Auf Baustellen dieser Größenordnung, die mit Betonmischern von etwa 750 bis 1500 l Nenninhalt



Abb. 25. Lastkraftwagen mit Betonkippmulde. — (Elba-Werk, Ettlingen/Baden.)



Abb. 22. Ebenerdige Großbetonieranlage mit Gitterausleger und 500-l-Schrappkübel. — (ARBAU, Heidelberg.)

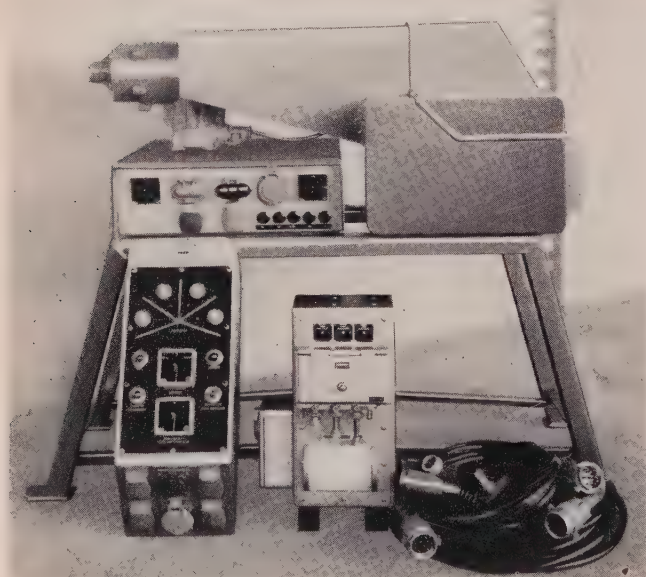


Abb. 23. Steuereinrichtung für eine automatisch arbeitende Betonieranlage (Steuerpult und Vorwählgerät mit Schablonensteuerung für drei Komponenten). — (Elba-Werk, Ettlingen/Pfister, Augsburg.)

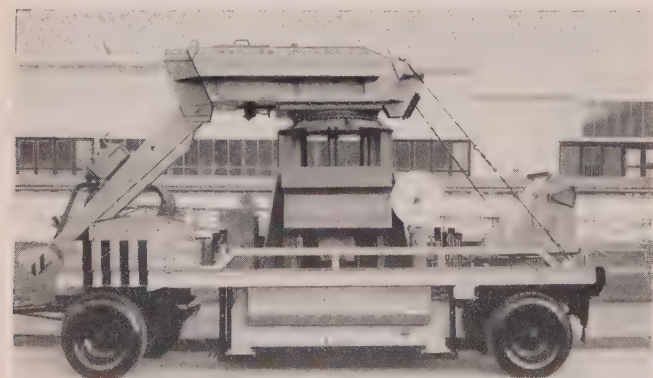


Abb. 24. Straßenfahrbare Betonzuteilanlage auf Tieflader. — (Elba-Werk, Ettlingen/Baden.)

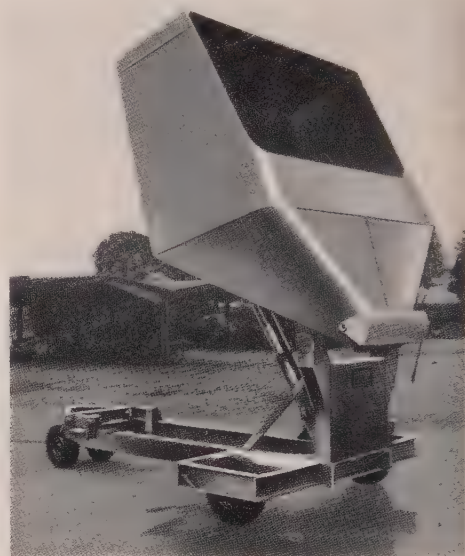


Abb. 26. Umschlagsilo für Transportbeton. — Inhalt 4 m³; Motorleistung 8 kW; Gewicht 4,5 t. — (Stetter, Memmingen/Allgäu.)

ausgerüstet werden, haben sich in letzter Zeit Grandschrapper mit Gitterausleger erfolgreich durchgesetzt.

Im Schwenkbereich eines 12 bis 19 m langen Auslegers können etwa 600 bis 2000 m³ Sand, Kies und Splitt gelagert werden. Eine 300 bis 500 l große Schaufel kann zu einem zügigen Mischbetrieb benötigten Massen heranschaffen. Die Schaufel wird von einem umlaufenden Schrapperweges vom Motor gezogen. Die Motorleistung paßt sich mit 10 bis 20 PS der Größe der Schaufel an. Für das Schwenken der Kabine mit dem Ausleger ist ein weiterer Motor von etwa 1,5 PS Leistung erforderlich. Die Kabine nimmt neben den Seilwinden für den Schrapperumlauf und für das Verstellen des Auslegers den Platz für den Bedienungsmann auf. Die unbehinderte Rundumsicht in allen Seiten ermöglicht es dem Schrapperführer, Lücken in der Baustoffversorgung rechtzeitig zu erkennen, um Betriebsstörungen zu vermeiden. Die Leistungsfähigkeit und die Wirtschaftlichkeit dieser Grandschrapperanlagen für Betonleistungen bis etwa 30 m³/h hat dazu beigetragen, den Wettbewerb mit der überlieferten Hochsilolagerung erfolgreich zu bestehen.

Die zugehörigen Mischanlagen können für Handbedienung oder auch für einen selbsttätigen Ablauf der Zuteil- und Mischspiele geliefert werden. Als Neuerung für die Überwachung und für das Einstellen des Mischrezeptes wurde vom Elba-Werk jetzt auch zu den Grandschrapperanlagen ein elektromechanisches Gerät entwickelt, das die Verwendung von Steuerschablonen ermöglicht (Abb. 23). Sie sorgen für einen kurzfristigen Übergang zwischen wechselnden Betongütern, ohne daß an den Waagen und sonstigen Zuteileinrichtungen weitere Umstellungen vorgenommen werden müssen. Die Steuerkästen lassen sich

einem beliebig gewählten zentralen Punkt der Mischlage aufstellen.

Von erheblicher Bedeutung für die Wirtschaftlichkeit der Schrapperanlagen sind die geringen Auf- und Abbaustufen für das Baustofflager und für die Zuteileinrichtung. Diese sind besonders niedrig, wenn die Einzelteile zu größeren Einheiten zusammengefaßt werden, die sich unverändert zur Baustelle transportieren lassen.

Neuerdings kann das Kernstück einer Zuteileinlage auch einem Stück auf einem Tieflader zur Baustelle gebracht werden (Abb. 24). Der Übergang in die Betriebsstellung wird durch teleskopartiges Ausfahren der Stützen des Drehes unter der Schrapperkabine erreicht. Der Lenker am Abfangen des Auslegers ist während der Anfahrt runtergeklappt. Alle übrigen Teile zum Wagen und Zulen der Baustoffe bleiben während des An- und Abtransportes in ihrer Betriebslage. Auf der Baustelle ist die Montage der Anlage ohne zusätzliche Hilfsmittel oder Bezeuge möglich.

Ein Kippmuldenfahrzeug des Elba-Werkes für den Transport von Frischbeton läuft nach hinten mit dem Schrägboden aus, um ein ungehindertes Entleeren der Mulde zu erreichen (Abb. 25). Während der Fahrt verhindern die umgebogenen Ränder der Seitenwände das Nachquellen des Betons beim Auftreten von Fahrstößen.

Zur Verkürzung der Umlaufzeit können die Betonlieferfahrzeuge ihren Inhalt sofort nach der Ankunft auf der Baustelle einem Umschlagsilo übergeben. Aus ihnen wird der Beton in Krankübel oder andere Gefäße für die Förderung zur Einbaustelle abgezogen.

Aus der Horizontallage, in der sich der Silo während des Einfüllens befindet, läßt er sich durch den Kolben eines hydraulischen Arbeitszylinders in die aufrechte Verteilerlage hochschwenken. Die freie Höhe unter dem Verschluss der Auslauföffnung ist auf das übliche Maß der Förderhöhe abgestimmt (Abb. 26). Die Umschlagsilos wurden auf Messen mit ein oder zwei Schütttrichtern angeboten. Die Geräte sind meist mit einem Fahrwerk ausgestattet, das ihnen auf der Baustelle stets den günstigsten Platz verschaffen kann. Die Übergabe des Betons aus den Transportmischern kann durch eine abklappbare Auffahrt am Fahrgestell des Umschlagsilos erleichtert werden.

Maschinen für den Steinbruch und für den Stollenbau

Bei der Arbeit im Steinbruch wird heute, wenn nach den örtlichen Verhältnissen möglich, das Tiefbohrverfahren bevorzugt. Die bei dieser Methode verwendeten Geräte fordern schon wegen des größeren Bohrlochdurchmessers und der größeren Bohrtiefe recht schwere Konstruktionen. Der rationeller Einsatz wird daher wesentlich durch ihre hohe Beweglichkeit auf der Baustelle beeinflusst. Durch den Aufbau des Bohrwerkzeuges auf einem mit Luftreifung oder Gleisketten versehenen Fahrgestell ist ein ständiger Wechsel von Bohrloch zu Bohrloch und das Herausführen aus der Gefahrenzone während des Abtuns der Röhre möglich. Welche Form des Fahrwerkes am zweckmäßigsten ist, muß von Fall zu Fall entschieden werden. Es ist zu klären, ob es zweckmäßig ist, den Bohrwagen fest zu halten und das Umsetzen von Hand auszuführen.

Ein von Flottmann entwickelter neuer Großloch-Bohrwagen hat zusammen mit den Bohreinrichtungen ein Gewicht von 950 kg. Der Einachswagen ist so leicht und leicht, daß er sich auch auf unebenen Flächen ohne besondere Anstrengungen verfahren läßt (Abb. 27). Der Schwenkbereich der Lafette bietet die Möglichkeit, den Bohrer nach allen Richtungen bis zu einem Anstieg von 30° anzusetzen. Der selbsttätige Bohrvorgang läßt es einem Bedienungsmann zwei Bohrwagen anzuvertrauen.

Für den Antrieb des Gerätes ist elektrische Energie und Druckluft erforderlich. Elektrisch angetrieben wird die Ölpumpe zur Versorgung der hydraulischen Anlage des Wa-

gens. Das Schlagwerkzeug, das mit in das Bohrloch wandert, wird durch Druckluft betätigt. Unabhängig von der Bohrtiefe, die bis 50 m betragen kann, wird dadurch ein gleichbleibender Bohrfortschritt gesichert. Die Abluft entfernt das Bohrmehl aus dem Bohrloch. Da nur das Schlagwerkzeug mittels Druckluft betrieben wird, reicht für die Versorgung bei einem Bohrlochdurchmesser von 85 mm



Abb. 27. Großloch-Bohrwagen. — Bohrlochdurchmesser bis 85 mm; Gewicht 950 kg. — (Flottmann, Herne i. Westf.)

eine Luftmenge von 2,4 m³/min aus. Die lange Führung an der Lafette sorgt für das genaue Einhalten der eingestellten Bohrrichtung.

Von der Hydraulik werden der Vorschub, der Andruck und das Drehen des Schlagwerkes angetrieben. Der 5,5-kW-Elektromotor an der Ölpumpe bietet Gewähr für einen wirtschaftlichen Betrieb, da somit der schlechtere Wirkungsgrad eines Luftantriebes vermieden wird.

Ein schwerer Bohrwagen mit Raupenfahrzeug von Ingersoll-Rand trägt das Bohrwerkzeug ebenfalls an einer nach allen Richtungen schwenkbaren Lafette. Zu ihrer Einstellung und zum Ausfahren einer Stützplatte dienen sechs Hydraulik-Zylinder, die von einer durch einen Druckluftmotor angetriebenen Ölpumpe gespeist werden (Abb. 28). Während des Bohrens sind die Gleisketten zur Erhöhung der Standfestigkeit verriegelt. Der Bohrwagen benötigt für den Einsatz keine waagerechte Arbeitsfläche; er kann auch auf abschüssigem Gelände stehen.

Zwei weitere Druckluftmotoren mit je 7,2 PS Leistung treiben das Raupenfahrzeug an. Die Umsetzgeschwindigkeit kann 6,4 km/h erreichen. Bei der Fahrt im Gelände kann der Bohrwagen seinen Versorgungskompressor mit eigener Kraft hinter sich herziehen. Die Fahrt ist auch noch auf Steigungen bis 25 % möglich.

Abhängig von der Bohraufgabe und vom anstehenden Gestein kann an der Lafette als Werkzeug ein Bohrhämmer oder ein Drehbohrkopf geführt werden. Die Bohrkronen können Durchmesser bis 90 mm aufweisen. Beim Drehbohren stehen für brüchiges und homogenes Gestein zwei Geschwindigkeitsstufen mit Drehzahlen von 200 bzw. 450 U/min zur Verfügung.

Auf die Arbeit im Stollen und in der Erzgrube ist ein schwerer Bohrwagen mit Raupenfahrwerk abgestimmt, der in Hannover von Secoma, Lyon (Frankreich), vorgeführt wurde. Der Wagen trägt zwei hydraulisch gesteuerte Lafetten, die sich durch sieben Bewegungen auf die geforderte Bohrrichtung einstellen lassen. Ein 70-PS-Elektromotor treibt die Gleisketten und die sechs Ölpumpen der Hydraulikanlage an.

Die Vorschubkraft kann 700 oder 1800 kg betragen. Es lassen sich Bohrlöcher mit 44 mm Dmr. von 3,50 m Tiefe erreichen. Für drehendes Bohren in weichem oder mittel-

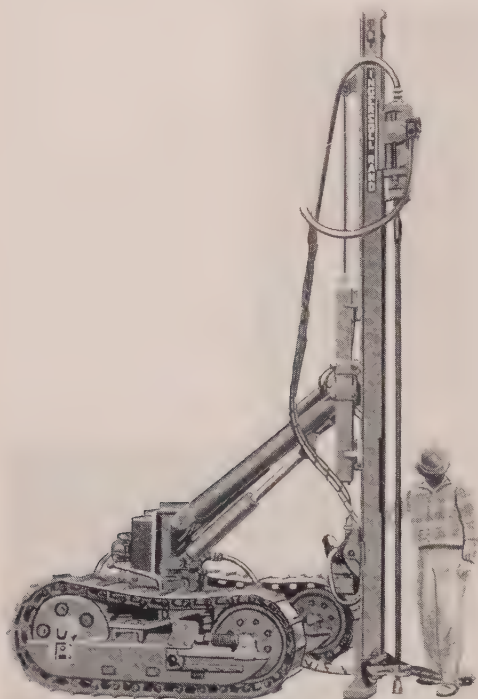


Abb. 28. Großlochbohrgerät auf Raupen mit pneumatischem Antrieb. — Bohrlochdmr. bis 90 mm; Gewicht 3360 kg. — (Ingersoll-Rand GmbH., Düsseldorf.)

hartem Gestein wurde ein hydraulischer Antrieb gewählt. Bei schlagendem oder drehend-schlagendem Bohren findet Druckluft Verwendung.

Für das Laden in engen Stollenquerschnitten ist von Landsverk, Landskrona/Schweden, ein Stollenbagger konstruiert worden, der sich durch einen sehr kurzen Ausleger auszeichnet. Die gedrängte Bauweise und der kurz



Abb. 29. Stollenbagger mit kurzem Ausleger und Raupenfahrwerk. — Löffelinhalt 0,9 m³; Motorleistung 55 kW; Gewicht 32,5 t. — (Landsverk, Landskrona/Schweden.)

gehaltene Oberwagen bieten die Möglichkeit, den Bagger zusammen mit dem zu beladenden Lastkraftwagen in einem Stollenprofil von nur 35 m² Fläche einzusetzen. Unter- und

Oberwagen des Gerätes weisen die üblichen Merkmale eines Hochlöfelfbaggers mit 360° Schwenkbereich auf. Oberwagen stützt sich auf Rollen ab, die in einer 1-migen Bahn laufen.

Der Löffelstiel wird am Kopf des nur 2,00 m langen Auslegers geführt. Ohne Behinderung durch eine zur Umlenkung benötigte Auslegerspitze läßt sich der Löffel bis an die Tunneldecke heben. Die beim Beladen erforderliche Ausschütthöhe von etwa 2,45 m kann dadurch auch bei einer Stollenhöhe von nur 5,50 m erreicht werden.

In der Kraftübertragung zum Triebwerk schließt sich ein einstufiger Drehmomentwandler an den 55-kW-Elektromotor an. Der Löffel ist mit einem Doppelvorschub ausgestattet, um die Leistungsfähigkeit beim Laden zu erhöhen. Ein Seilantrieb arbeitet hierbei parallel mit der Rollenkette. An die Druckluftanlage des Baggers sind federbelasteten Bandbremsen des Fahrwerkes und die Löffelklappe angeschlossen.

Auch beim Betrieb von Steinbrüchen mit gleichbleibenden Dauerleistungen macht sich das Streben nach einem kontinuierlichen Abtransport der gewonnenen Massen bemerkbar. Die Verwendung von Bandstraßen mit Gummibändern ist aber im Steinbruch nur in bestimmten Grenzen beim Sprengen anfallenden Stücke möglich.

Einen Ausweg bietet hier eine fahrbare Brechanlage, die auf einem eigenen Raupenfahrwerk bis zum Arbeitsplatz vor die Bruchwand fährt. Das schwere Fahrzeug trägt einen Hammerbrecher und ein Aufgabelplattenband. Unter der Austrittsöffnung des Brechers

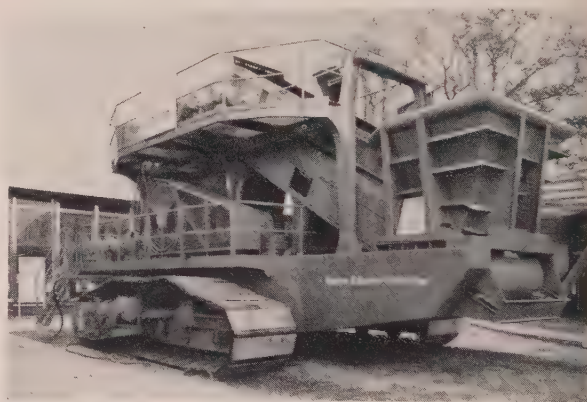


Abb. 30. Fahrbare Kalkstein-Brechanlage mit Hammerbrecher. Leistung 250 t/h. — (Krupp Maschinen- und Stahlbau, Rheinhausen.)

ein zweites Plattenband das gebrochene Gut auf und ab und es in einen Übergabebehälter am Ausgangspunkt der Bandstraße (Abb. 30).

Der Aufgabetrichter, der direkt vom Hochlöfelfbagger beschickt wird, kann Bruchstücke mit Kantenlängen bis 800 mm aufnehmen. Die Brechanlage bleibt stets im Schwenkbereich des Baggers; sie bewegt sich mit einer Geschwindigkeit von 5 m/min und kann auch leicht auf geneigte Flächen befahren. Für den Antrieb des Fahrwerkes des Brechers und der Plattenbänder werden elektrische Einzelmotoren verwendet. Alle Bedienungseinrichtungen sind auf einer gemeinsamen Schalttafel zusammengefaßt, die auf der oberen Bühne untergebracht ist. Ein Schleifkabel übernimmt die Energieversorgung.

Die Hämmer sind auf dem Rotor des Brechers in Reihen so angeordnet, daß die gesamte Brecherbreite abgedeckt wird. Die ausgeworfenen Stücke weisen Kantenlängen bis etwa 150 mm auf. In dieser Körnung bietet der Transport auf einer Bandstraße keine Schwierigkeiten. Überlastungsschutz in der Keilriemenscheibe für den Antrieb des Rotors schützt den Brecher beim Eintritt von Fremdkörpern vor Beschädigungen.

Versuche mit Klebern und Mörteln unter Verwendung von Kunstharzen

Von Dr.-Ing. Siegfried Krug, Rheinhausen

624.078 : 668.395 : 691.175.001.5

Nachfolgend wird über Untersuchungen am Lehrstuhl für Aufbau der Technischen Universität Berlin berichtet, die vom Verfasser vorgeschlagen und durchgeführt wurden und ihre Anerkennung durch Herrn Professor Dr. techn. h. c. Dr.-Ing. Sattler gefunden haben.

1. Allgemeines

Von der chemischen Industrie werden Kunstharzkleber gestellt, die sich auf verschiedenen Gebieten des Bauwesens [1, 2, 3, 4] schon vielfach bewährt haben.

Die nachfolgenden Versuche mit Epoxyd-Kunstharzen und Untersuchungen zeigen, daß wesentliche Schub- und Zugkräfte zwischen Körpern aus verschiedenen Bauteilen wie z. B. Beton, Stahl und Holz mit geeigneten Klebern übertragen werden können und daß die Klebefuge allgemein eine höhere Festigkeit besitzt als die verbundenen Bauteile selbst. Bei den durchgeführten Klebversuchen erfolgte in allen Fällen der Bruch außerhalb der Klebefuge, wenn es sich um Verklebungen zwischen Stahl und Beton, Beton und Beton, Beton und Holz handelte, und lediglich bei der Verklebung Stahl mit Stahl erfolgte der Bruch in der Klebefuge selbst.

Grundsätzlich lassen sich mit Kunstharzklebern nahezu alle Baumaterialien miteinander verkleben, wenn die besonderen elastischen und Oberflächen-Eigenschaften der Klebteile sowie die Beanspruchungsart Berücksichtigung finden. Z. B. sind mit Beton die folgenden Materialien: Beton, Stahl, Leichtmetall, Leder, Gummi, Ziegelsteine, Holz, Eternit und Keramik verklebt worden. In allen Fällen wurde eine feste Verbindung erzielt. Die Klebstoffindustrie besitzt bereits gute Erfahrungen über die Anwendbarkeit der verschiedenen Kleberkombinationen sowie über die Vorbehandlung der Fügeteile, aber hinsichtlich der Anwendung im rauen Baubetrieb müssen noch weitere Erfahrungen gesammelt werden, wie z. B. Kriechen und Schwinden der Kleber, Beständigkeit über viele Jahre, Empfindlichkeit gegen Witterungseinflüsse bei der Verwitterung usw.

Die Verklebungen für Festigkeitsversuche wurden zwischen Stahl und Stahl, Beton und Stahl, Beton und Beton, Beton und Holz hergestellt und in Zug-, Schub- und Biegeversuchen die übertragbaren Spannungen ermittelt. Für Scher-Schub-Versuche wurden im wesentlichen Verbundanker aus Stahlprofilen und Betonplatten benutzt und dabei als Verbundmittel lediglich der Kleber verwendet, um zu prüfen, ob damit ein Verbund überhaupt möglich ist. Es ist zu erwarten, daß die Verbundwirkung sich steigern wird, wenn man zur Aufnahme der schrägen Hauptzugspannungen in der Betonplatte noch zusätzlich Stahlnägel bzw. Schrauben vorsieht. Damit käme dem Anordnen einer Klebefuge auch im Hinblick auf die Herstellung des „dübellosen Verbundes“ [5, 6] besondere Bedeutung zu.

2. Kunstharzkleber

Für die durchgeführten Versuche wurden folgende, im Handel erhältliche Rohprodukte bzw. Kleber in Form von Epoxydharzen und Härtern verwendet [7, 8]:

Harze: GM 331, auch BN 710 genannt, Araldit 106.

Härter: GMI 250, Versamid 140, 953 U.

Es handelt sich bei diesen Klebern um Zwei-Komponenten-Systeme. Epoxydharz und reaktionsfähiges Polyaddharz, das als Härter fungiert, werden in bestimmtem Verhältnis gemischt und bilden allein durch chemische Reaktion Duroplaste mit starker Quervernetzung, so daß beim Härten keine flüchtigen Bestandteile frei oder zusätzliche Mittel erforderlich werden. Die Einzelbestandteile haben

zähflüssige, öltartige Konsistenz, jedoch sinkt die Viskosität mit steigender Temperatur bedeutend. Abb. 1 zeigt für Versamid 140 die Abhängigkeit der Viskosität von der Temperatur und ist auch für andere Harze charakteristisch. Es folgt daraus eine bessere Verarbeitbarkeit des Klebers

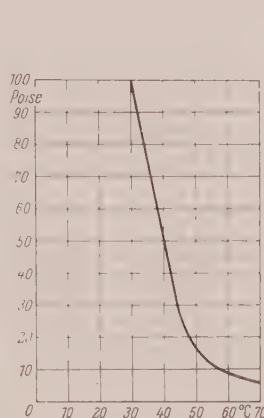


Abb. 1. Viskosität von Versamid 140 in Abhängigkeit von der Temperatur.

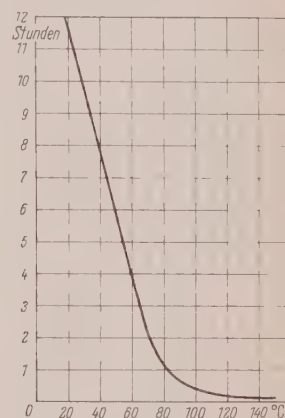


Abb. 2. Mindesthärtungszeiten in Abhängigkeit der Härtungstemperatur.

bei höheren Temperaturen. Mit dem Verrühren beider Komponenten beginnt die chemische Reaktion und somit der Erhärtungsvorgang. Die Zeit der Verarbeitbarkeit, auch Topfzeit genannt, ist von der Temperatur, den verwendeten Harzen sowie vom Mischungsverhältnis und der Menge selbst abhängig und kann wenige Minuten bis mehrere Stunden dauern. Z. B. beträgt die Topfzeit einer Mischung aus 50 % Versamid und 50 % GM 331 bei einer Temperatur von 20° C etwa 3 Stunden.

Die endgültige Aushärtung und Festigkeit der Kleber hängen ebenfalls außerordentlich stark von der Härtungstemperatur ab. Abb. 2 zeigt minimale Härtungszeiten für einen Kleber aus 55 % Araldit 106 und 45 % Härter 953 U in Abhängigkeit der Härtungstemperatur. Man erkennt daraus, daß bei einer Temperatur von 10—20° C mindestens 12—24 Stunden für die Aushärtung des Klebers notwendig sind. Einen ähnlichen Verlauf der Härtungszeiten zeigen auch Kleber mit Versamid 140. Darüber hinaus nimmt die Festigkeit einer Klebeverbindung über einen längeren Zeitraum noch zu, und es sollte deshalb die maximale Beanspruchung erst etwa nach 3 Tagen auftreten.

3. Kunstharzmörtel

Eine Mischung aus Quarzsand als Zuschlagstoff und Kunstharzkleber als Bindemittel wird als Kunstharzmörtel bezeichnet und kann ebenfalls zur Herstellung von Klebefugen verwendet werden. Die Oberflächenbeschaffenheit des Betons, Maßungenauigkeiten bzw. vorhandene Zwischenräume bei den Fügeteilen machen Fugendicken bis zu mehreren Millimetern (evtl. Zentimetern) erforderlich und die Teile lassen sich lediglich mit einem Kunstharzmörtel miteinander verbinden. Der Harzanteil beträgt etwa 10 bis 20 % und hängt von der Verarbeitbarkeit der Mischung sowie der erforderlichen Festigkeit ab. Bei weniger als 10 %, aber auch bei mehr als 20 % sinkt die Festigkeit des Mörtels. Der Quarzsand soll Korngrößen von etwa 0,1—0,3 mm enthalten und frei von fremden Bestandteilen sein, vor allem vollkommen trocken. Die Versuche haben gezeigt, daß Mischungen mit 10 % Harzanteil wegen großer Steife schwer zu verarbeiten sind und dadurch größere Fugendicken sowie großen Anpreßdruck bedingen, um einen vollständigen Kontakt der Fügeteile zu erzielen.

Die Verarbeitbarkeit des Mörtels läßt sich jedoch durch den Zusatz von Lösungsmitteln oder durch Erwärmung

verbessern. Der Zusatz von Lösungsmitteln ergibt eine Verminderung der Festigkeit, die Erwärmung verkürzt die Topfzeit.

Versuche mit etwa 15 % Harzen und 85 % Zuschlagstoffen haben bei Prüfkörpern mit den Abmessungen $4\text{ cm} \cdot 4\text{ cm} \cdot 16\text{ cm}$ folgende Festigkeiten des Mörtels ergeben [7]:

Druckfestigkeit:	650—1050 kg/cm ² ,
Biegezugfestigkeit:	250—350 kg/cm ² .

4. Vorbehandlung der Fügeiteile

Die Festigkeit der Klebeverbindungen ist in hohem Maße von der Oberflächenbeschaffenheit der zu verbindenden Teile abhängig. Stahlteile müssen vollkommen frei von Fett, Rost oder Walzhaut sein. Am besten hat sich Sandstrahlen bewährt. Aber auch durch Abschleifen und Abhobeln läßt sich eine einwandfreie Oberfläche erzielen. Ein gründliches Reinigen mit einer elektrisch angetriebenen Drahtbürste hat sich als nicht ausreichend erwiesen und beim Bruchversuch an verschiedenen Stellen zum Bruch zwischen Kleber und Stahl geführt, wobei deutlich Reste von Walzhaut am Kleber zu erkennen waren. Stahlteile, die durch Trichloräthylen fettfrei gemacht wurden, hatten eine geringere Bindefestigkeit zum Kleber als solche, die durch Hobeln oder Schleifen fettfrei waren.

Für Leichtmetalle und Kautschuke haben sich Oberflächenätzungen mit Lösungen aus 23 % Schwefelsäure, 7 % Natriumbichromat und 70 % Wasser bewährt. Die Oberflächen sind nach dem Ätzen mit Wasser zu spülen und zu trocknen.

Bei Betonkörpern, die durch eine besondere Schalung eine scheinbar glatte Oberfläche aus Zementschlempe hatten, wurde diese vor dem Aufbringen des Klebers mit einer Drahtbürste von Hand entfernt. Im allgemeinen ist aber die Festigkeit des Betons stets kleiner als die des Klebers bzw. Klebermörtels und es bedarf somit keiner besonderen Vorbehandlung. Ebenfalls ohne Oberflächenbehandlung kann trockenes Holz verklebt werden.

Die Klebearbeiten und die Haftung selbst können dadurch verbessert werden, daß man die zu verbindenden Teile mit reinem Kleber, auch Primer genannt, vorstreicht und erst dann den Kunstharzmörtel aufbringt. Besonders bei Beton dringt der Primer in die Poren ein und stellt somit eine bessere Verbindung zwischen Beton und Klebermörtel her. Dieser Primer verhindert auch, daß der saugfähige Beton dem Klebermörtel beim Aufbringen Harz entzieht, was zu einer schlechteren Verarbeitbarkeit führen würde.

Die Oberflächeneigenschaften von Beton lassen sich durch Anwendung eines „Lackes“ verbessern. Mischt man Kunstharzkleber mit einem Lösungsmittel, z. B. Xylol, so entsteht eine wasserähnliche Flüssigkeit, die von Beton schnell aufgesogen wird. Nach Verdunstung des Lösungsmittels bleibt der Kleber innerhalb des Betons zurück und ergibt so eine zusätzliche Vernetzung der mineralischen Bestandteile. Bei den durchgeführten Versuchen hat jedoch die Vorbehandlung der Betonkörper mit einem „Lack“ aus 20 % Kleber, 80 % Xylol und einer Trockenzeit von 3 Tagen kein eindeutig günstiges Ergebnis gezeigt. Der Bruch der Versuchskörper erfolgte z. T. zwischen Klebermörtel und gelackter Betonoberfläche.

Als besonders wichtig für alle Fügeiteile ist, daß die Oberflächen frei von Wasser sind, da andernfalls sehr schlechte Klebewirkung erzielt wird. Die Probleme, die hierbei noch zu lösen sind, seien an dem folgenden Beispiel aufgezeigt. Frischer, erdfeuchter Beton haftet an einer Klebefläche, Beton im Alter von 1—10 Tagen haftet sehr schlecht, während älterer Beton wiederum gute Haftfestigkeit besitzt.

5. Herstellen des Klebers, des Mörtels und der Klebefugen

Die beiden Harzkomponenten werden abgewogen, zusammengegeben und verrührt, bis die Masse eine gleich-

mäßige Färbung zeigt. Die dabei entstehenden kleinen Luftblasen entweichen wieder, wenn man die Mischung anschließend einige Minuten ruhig stehen läßt. Erwärmung der beiden Anteile macht den Kleber flüssiger und die Luftblasen entweichen schneller. Zur Herstellung von Mörtel wird die vorgesehene Quarzsandmenge zugefügt und der Hand, mit Rührlöffel oder einem Zwangsmischer Randabstreifung vermengt.

Es entsteht eine teigartige Substanz, die sich ungleich leichter verarbeiten läßt, je größer der Harzanteil und höher die Temperatur ist und je intensiver das Mischen erfolgte. Die Verarbeitbarkeit des Mörtels wird beeinträchtigt, wenn der Sand zu viele Feinstanteile unter 0,1 mm enthält. Mit Pinsel, Spachtel, Kelle oder auch durch Spritz- und Preßvorrichtungen wird der Kleber bzw. Mörtel aufgebracht und die zu verbindenden Teile zusammengepreßt, damit innerhalb der Klebefuge keine Fehlstellen verbleiben. Die seitliche Verschieblichkeit der Einzelteile muß durch geeignete Vorrichtungen verhindert werden.

6. Verhindern und Lösen der Klebeverbindung

Die Klebewirkung kann durch Bestreichen der Oberflächen mit einer dünnen Schicht Öl, Fett, Bohnerwasser, Seifenlauge oder durch Zwischenlagen aus Papier verhindert werden. Soll aus irgendeinem Grund eine ausgeführte Klebeverbindung gelöst werden, so haben sich die bisher Trichloräthylen und Chloroform als Erweichungsmittel, aber auch Erhitzen der Verbindung auf 150—180 °C und anschließendes Auseinanderreißen als möglich erwiesen.

7. Beschreibung der Versuche

Im nachfolgenden werden von den durchgeführten Versuchsreihen jeweils Einzelversuche beschrieben, die für eine Gruppe charakteristisch sind und im wesentlichen Mittelwerte des Gesamtergebnisses darstellen.

7.1 Zugversuche

a) *Stahl-Stahl-Verklebung.* Bei dem in Abb. 3 gezeigten Versuchskörper sind 2 Stahlplatten $100 \cdot 100 \cdot 30\text{ mm}^3$ durch einen Kleber, bestehend aus 60 % GM 331 und 40 % Versamid 140, ohne wesentlichen Anpreßdruck zusammengefügt. Die Klebeflächen der Stahlkörper sind gehobelt.

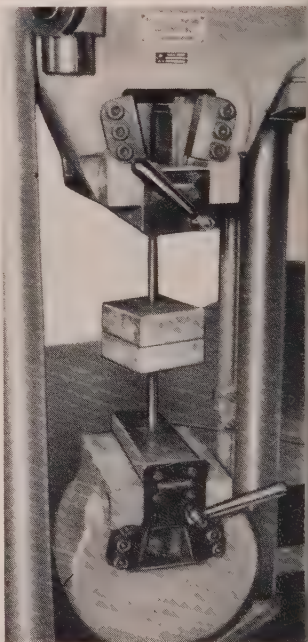


Abb. 3. Zwei miteinander verklebte Stahlplatten.

Bei der Versuchsdurchführung nach 5 Tagen Härtungszeit ist zunächst eine Ankerschraube $\phi\text{ M } 12$ aus Silber bei einer Last von 5,18 t gerissen. Nach Aufbohren und Verwendung einer HV-Schraube $\phi\text{ M } 16$ erfolgte schließlich der Bruch in der Klebefuge bei 8,26 t, was einer Spannung in der Klebefuge von $\sigma_K = 82,6\text{ kg/cm}^2$ entspricht.

b) *Beton-Beton-Verklebung.* Abb. 4 zeigt einen Betonkörper, der zerrissen und anschließend mit einem Kunstharzmörtel aus 7 % Versamid 140, 13 % GM 331 und 80 % Quarzsand 0—0,5 mm wieder zusammengefügt wurde. Die Dicke der Klebefuge — dunkle Färbung — beträgt etwa 0,5—1,5 cm und die mittlere Querschnittsfläche des Körpers 84 cm^2 .

Der Versuchskörper wurde nach 10 Tagen Härtingszeit zunächst mit 2 t Zug belastet, anschließend entlastet, und nach neuer Belastung bei 2,013 t — das entspricht einer Spannung von $\sigma_K = 24 \text{ kg/cm}^2$ — außerhalb der Klebefuge zum Bruch, wie aus Abb. 5 zu erkennen ist.



Abb. 4.
mit Kunstharzmörtel
verklebte und auf Zug
beanspruchte Betonteile



Abb. 5. Bruchbild.

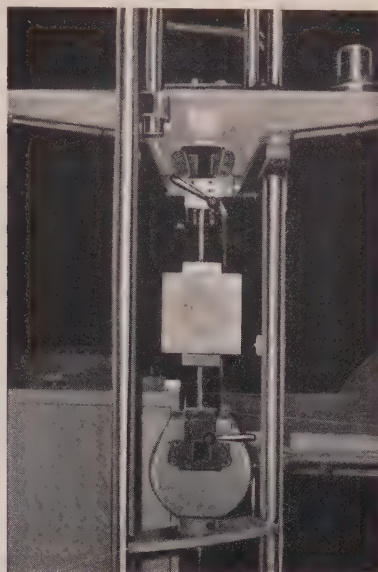


Abb. 6. Betonwürfel mit angeklebten Stahlplatten.

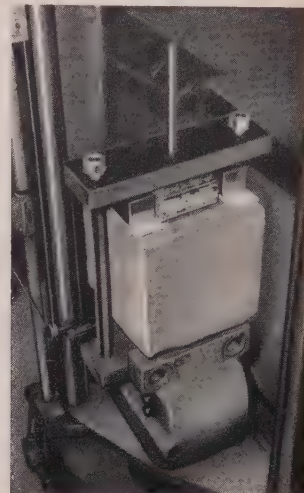


Abb. 7. Vorrichtung.

Im ersten Zerreißen des reinen Betonkörpers aus einem 400 wurde eine Zugspannung von $\sigma_Z = 23,8 \text{ kg/cm}^2$ erreicht.

c) **Stahl-Beton-Verklebung.** Bei der Verklebung von Stahlplatten $100 \cdot 100 \cdot 30 \text{ mm}^3$ mit Betonwürfeln $200 \cdot 200 \cdot 200 \text{ mm}^3$ wurden sowohl Kleber verschiedener Verhältnisse als auch Klebermörtel mit unterschiedlichen Sandanteilen und Korngrößen verwendet. Abb. 6 zeigt den Betonwürfel mit den an gegenüberliegenden Flächen angeklebten Stahlplatten in der Zerreißmaschine. Nach dem Ausbrechen der einen Stahlplatte wurde die andere anschließend mit Hilfe der aus Abb. 7 erkennenden Vorrichtung abgerissen. Die Ergebnisse ergaben in allen Fällen den Bruch im Beton unabhängig von der Versuchsanordnung und dem Kleber bzw. Klebermörtel. Aus Abb. 8 erkennt man, daß ein kegelartiger Beton-Restkörper mit einer Höhe von 10—20 mm an der Stahlplatte haften geblieben ist.



Abb. 8. Bruchbild.

Die Kleber bzw. Mörtel wurden innerhalb folgender Verhältnisse hergestellt:

Kleber: 33—50 % Härter Versamid 140,
66—50 % Epoxdharz GM 331.

Mörtel: 15—25 % Kleber,
85—75 % Quarzsand 0—1,0 mm.

Alter der Klebefugen: 9—18 Tage.

Bruchspannung: = 24,3—49,0 kg/cm^2 , je nach Zugfestigkeit des Betons.

7.2. Schubversuche

Bei den gewählten Versuchsanordnungen tritt neben der Schubbeanspruchung auch eine unvermeidbare Momentenbeanspruchung auf, deren Einfluß auf die Spannungen nur näherungsweise beurteilt werden kann. Besonders an

den Enden solcher Klebeverbindungen treten unangenehme „Schälkräfte“ auf, die die Ursache eines frühzeitigen Bruches sein können. Durch Anordnen zusätzlicher Verbindungsmittel, wie z. B. Schrauben senkrecht zur Klebefuge, kann unter Umständen die Beanspruchung solcher Verbindungen gesteigert werden. So werden im Flugzeugbau Überlappungen bei Leichtmetallverklebungen am Ende durch zusätzliche Nietreihen gesichert, die bei der Übertragung der Schubkräfte jedoch unberücksichtigt bleiben und lediglich das „Abschälen“ verhindern sollen.

a) **Stahl-Beton-Verklebung.** In Abb. 9a und 9b sind zwei Versuchskörper dargestellt, die bei der angegebenen Belastung neben der Schubspannung eine verschieden große Momentenbeanspruchung erwarten lassen. Die Abmessungen der Klebefugen können der Abbildung entnommen werden. Die Oberflächen der Stahlteile wurden ge-

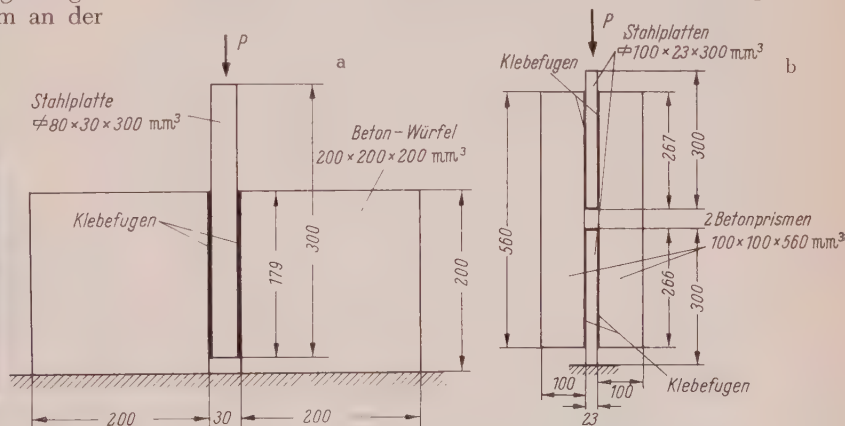


Abb. 9 a und b. Prüfkörper für Schubversuche.

hobelt, die der Betonkörper mit einer Drahtbürste von Hand gereinigt. Für beide Versuche wurde ein Kleber aus 40 % GM 331 und 60 % Versamid 140 verwendet.

Der Kleber wurde auf alle zu verbindenden Oberflächen aufgebracht, die Einzelteile fixiert und mit Schraubzwingen zusammengehalten. Der Klebverbrauch betrug einschließlich des seitlich herausgepreßten etwa $0,075 \text{ g/cm}^2$ Klebefuge.

Nach 12 Tagen Härtingszeit wurde der Prüfkörper nach Abb. 9a auf einer deformierbaren Zwischenschicht gelagert

und bei einer Belastung $P = 2600$ kg platzte der eine Würfel unmittelbar neben der Klebefuge im Beton ab. Die mittlere Schubspannung betrug somit

$$\tau_K = \frac{2600}{286} = 9,1 \text{ kg/cm}^2.$$

Der verbliebene Restkörper wurde auf starrer Unterlage erneut belastet. Der Bruch erfolgte bei $P = 7000$ kg und somit bei einer nahezu reinen Schubbeanspruchung von

$$\tau_K = \frac{7000}{143} = 48,9 \text{ kg/cm}^2$$

im Beton neben der Klebefuge, wie aus Abb. 10 zu erkennen ist.



Abb. 10. Bruchbild.

Der Versuchskörper nach Abb. 9b wurde nach einer Härtingszeit von 18 Tagen zunächst mit 6850 kg belastet, anschließend entlastet und wieder belastet. Der Bruch erfolgte bei 17 700 kg im Beton unmittelbar neben der Klebefuge. Die Schubspannung betrug bei einer vorhandenen Klebefläche von $2 \cdot 26,6 \cdot 10 = 532 \text{ cm}^2$ somit

$$\tau_K = \frac{177000}{532} = 33,2 \text{ kg/cm}^2.$$

b) *Beton-Beton-Verklebung*. Wie man aus Abb. 11 erkennen kann, sind bei diesen Versuchen 3 Betonplatten mit Kunstharzmörtel zusammengefügt. Die zu verklebenden

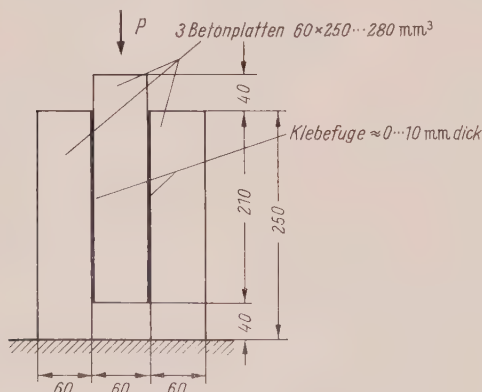


Abb. 11. Prüfkörper für Schubversuche.

Oberflächen wurden entweder nicht vorbehandelt oder mit einer rotierenden Drahtbürste von der Zementhaut gereinigt. Es wurde auch der Einfluß untersucht, den das Vortränken der Betonflächen mit „Lack“ aus Kleber und Xylol hat. Die nicht „gelackten“ Klebeflächen wurden mit Primer vorgestrichen.

Der Primer bzw. Kleber bestand aus: 33 % GMI 67 % GM 331.

Der Mörtel bestand aus: 20 % Kleber, 80 % Quarzsand, 0,2–0,5 mm.

Der Verbrauch hängt von der Oberflächenbeschaffenheit ab und betrug einschließlich der ausgepreßten Mengen

für Primer 0,03–0,04 g/cm² Klebefläche,

für Mörtel 0,3–0,7 g/cm² Klebefuge.

Nach einer Härtingszeit von 16 bzw. 30 Tagen erfolgte Bruch im Beton bei mittleren Schubspannungen in Klebefuge von

$$\tau_K = 30,0 \text{ bis } 37,6 \text{ kg/cm}^2.$$

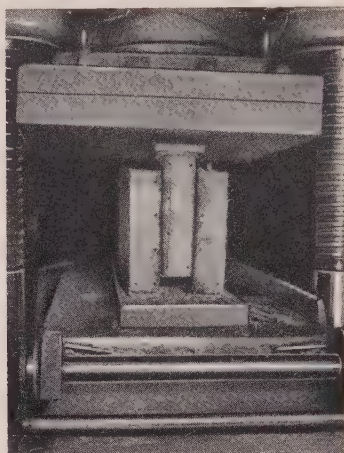


Abb. 12. Beginnende Zerstörung durch einen Schubriß in der mittleren Betonplatte.

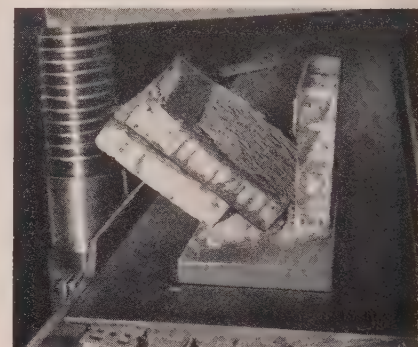


Abb. 13. Bruchbild.

In Abb. 12 erkennt man am linken Rand der mittleren Platte die beginnende Zerstörung und in Abb. 13 Bruchbild.

Abb. 14 dagegen zeigt die zerstörte Verbindung des Probekörpers, dessen Klebeflächen mit einem „Lack“

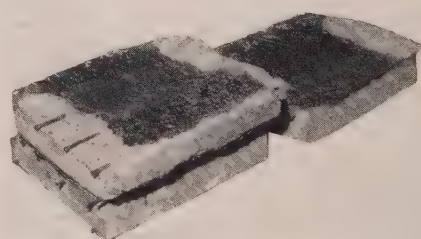


Abb. 14. Bruchbild.

33 % Kleber und 67 % Xylol vorgetränkt waren. Lackverbrauch 0,03 g/cm² Klebefläche. Der Bruch erfolgte teilweise zwischen Klebermörtel und gelackter Betonoberfläche bei einer Schubspannung

$$\tau_K = 37,4 \text{ kg/cm}^2.$$

7.3. Biegeversuche

Auch bei den Biegeversuchen sollte das Bruchbild die Schubspannung in der Verbindungsstelle zwischen Beton und Stahl, sowie Beton und Holz festgestellt werden.

a) *Beton-Stahl-Verklebung*. Die Abmessungen des Versuchsbalkens sind aus Abb. 15 zu entnehmen und die Berechnung kann nach [9] erfolgen.

Der Beton hatte zum Zeitpunkt des Versuches Würfestigkeit von $W_{25} = 290 \text{ kg/cm}^2$. Die Klebefuge des Betons wurde mit einer Drahtbürste von Hand gereinigt, die des Stahls mit einer Schleifscheibe von

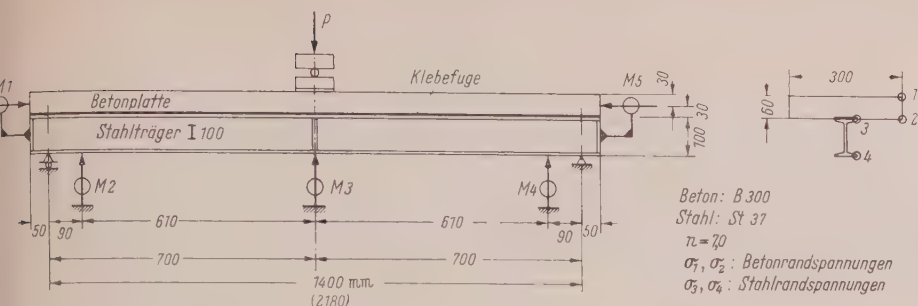


Abb. 15. Verbundträger aus Betonplatte und Stahlträger.

Fett und Walzhaut befreit. Zum Vorstreichen beider Klebeflächen wurde ein Kleber aus 35 % Versamid 140 und 65 % GM 331 verwendet. Der Mörtel bestand aus 20 % Kleber und 80 % Quarzsand 0 bis 0,5 mm.

Um ein sattes Anliegen längs der Klebefuge zu erzielen, wurden Betonplatte und Stahlträger mit Schraubzwingen zusammengepreßt.

Abb. 16 zeigt die gemessene Durchbiegung δ_m in Balkenmitte nach der Formel

$$\delta_m = M_3 - \frac{M_2 + M_4}{2}$$

Der Verlauf ist bis zum Erreichen der Fließgrenze am Stahlträgeruntergurt linear. Zu Vergleichszwecken sind in Abb. 17 die sich aus der Berechnung ergebenden Werte in Trägermitte für die Beton- und Stahlspannung am oberen bzw. unteren Rand des Trägers, die Schubspannung in der Klebefuge und die Mittendurchbiegung in Abhängigkeit der Belastung angegeben.

Die Endverschiebung

$$\delta_e = \frac{M_1 + M_5}{2}$$

betrug zum Zeitpunkt des Bruches 0,007 mm und lag innerhalb der Meßgenauigkeit. Es folgt daraus ein völlig starrer Verbund zwischen Beton und Stahl.

Den Versuchsaufbau zeigt Abb. 18, den zerstörten Verbundträger Abb. 19. Neben der Lasteinleitungsstelle ist

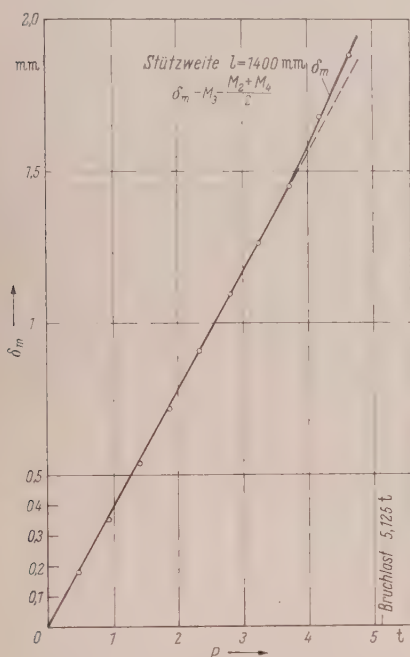


Abb. 16. Durchbiegung in Trägermitte.

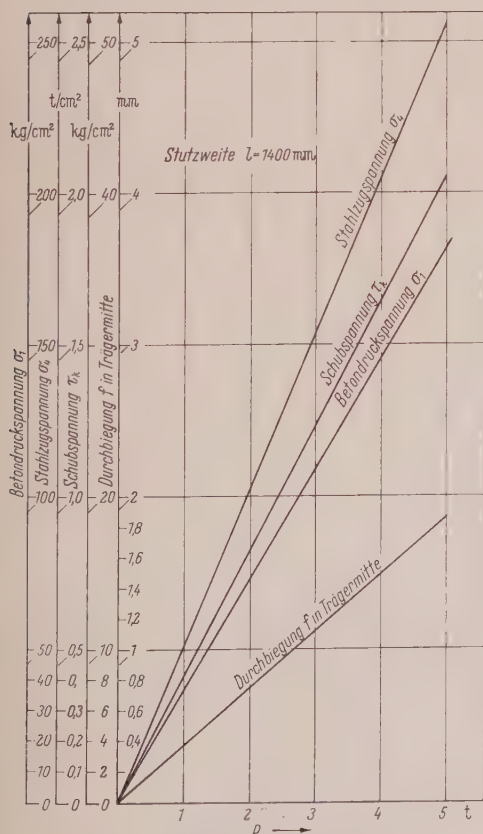


Abb. 17. Ergebnisse der Berechnung.

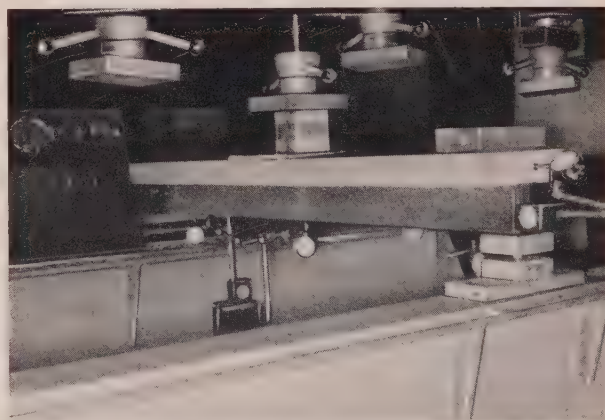


Abb. 18. Versuchsaufbau.

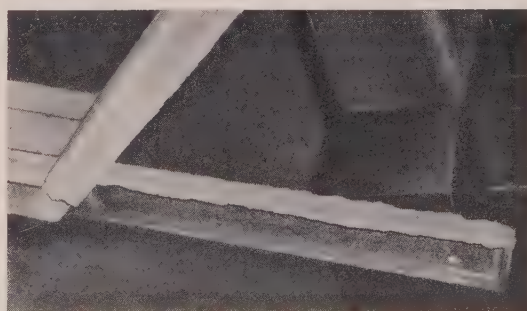


Abb. 19. Bruchbild.

die Betonplatte gebrochen und auf der einen Trägerhälfte im Beton unmittelbar über dem Kunstharzmörtel abgeschert.

Abb. 20a und b zeigen Mittendurchbiegung

$$\delta_m = M_3 - \frac{M_2 + M_4}{2}$$

und Endverschiebung

$$\delta_e = \frac{M_1 + M_5}{2}$$

in Abhängigkeit der Belastung eines 2180 mm weit gestützten Verbundträgers, bei dem die Verbindung von Betonplatte und Stahlträger durch einen elastischen Kleber erfolgte.

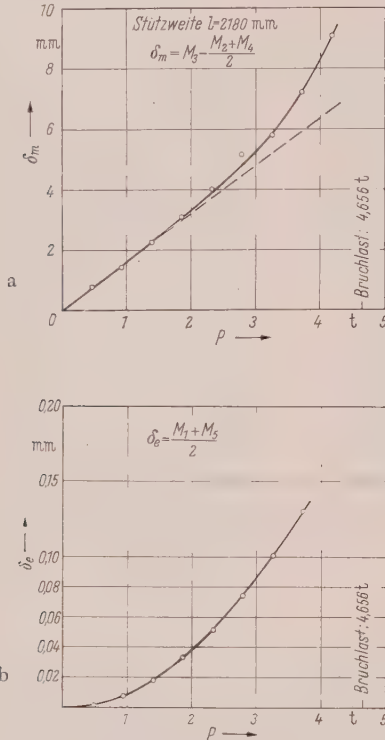


Abb. 20 a und b. Durchbiegung δ_m in Trägermitte und Endverschiebung δ_e .

Der Kleber bestand aus 50 % Araldit 106 und 50 % Härter 953 U.

Dieser Versuch bestätigt, daß sich durch die Mengenverhältnisse von Härter und Epoxydharz die elastischen bzw. plastischen Eigenschaften des Klebers wesentlich beeinflussen lassen und daß er um so flexibler bleibt, je größer der Anteil des Härters ist.

b) Beton-Holz-Verklebung. Die Abb. 21 zeigt einen Betonbalken $120 \cdot 120 \cdot 1100 \text{ mm}^3$ ohne jegliche Stahlbewehrung, der an seiner Unterseite durch ein Holzbrett



Abb. 21. Betonbalken, dessen Zugzone durch ein Holzbrett „bewehrt“ ist.

$24 \cdot 120 \cdot 1100 \text{ mm}^3$ „bewehrt“ ist. Als Kleber wurde ein Mörtel aus 13 % Versamid 140, 20 % Epoxydharz GM 131 und 67 % Quarzsand 0–0,5 mm verwendet, der auf 50° C

vorgewärmt und dadurch sehr gut zu verarbeiten war. Verbrauch an Mörtel betrug $0,25 \text{ g/cm}^2$ Klebefuge.

Nach 14 Tagen Härungszeit ergab sich bei einer Last von 5330 kg der Bruch im Beton und im Holz, es aus Abb. 22 zu erkennen ist.

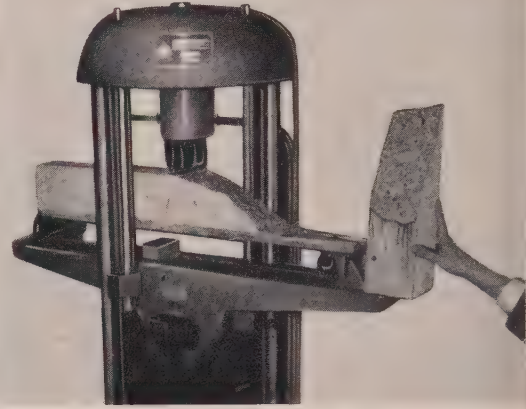


Abb. 22. Bruchbild.

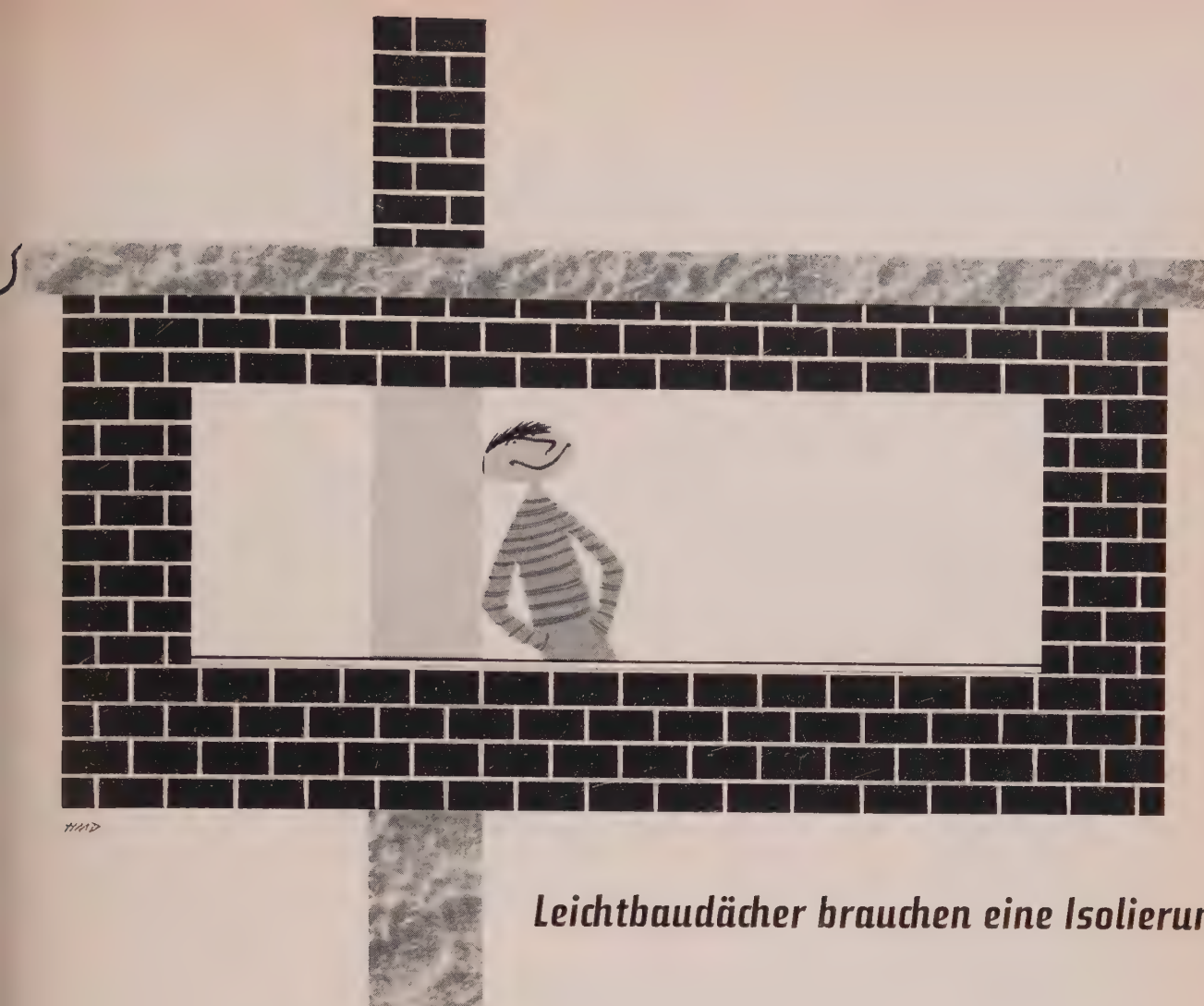
8. Zusammenfassung

Die durchgeführten Versuche zeigen die Verwendbarkeit von Epoxyd-Kunstharzklebern zum Verbinden verschiedenartiger Baustoffe. Durch Verwendung von Quarzsand hoher Eigenfestigkeit als Zuschlagstoff läßt sich Mörtel herstellen, der Fugendicken bis zu mehreren Metern oder Zentimetern erlaubt. Gegenüber den Baustoffen Holz und Beton besitzt der Kleber bzw. Mörtel sachgemäßer Anwendung eine größere Festigkeit als Baustoffe selbst und der Bruch erfolgt im Holz bzw. im Beton. Vor Verwendung der Kleber ist eine eingehende Beratung mit den Herstellern erforderlich, und hinsichtlich der Anwendung im Baubetrieb auf lange Sicht sind noch eingehende Untersuchungen notwendig, um Rückschlüsse möglichst zu vermeiden.

Den Firmen Schering A.G., Berlin, und Ciba A.G., Basel, habe ich für die zur Verfügung gestellten Rohstoffe bzw. für wertvolle Beratung und Unterstützung bei der Durchführung der Versuche zu danken.

Literatur

1. F. Pilny: Stand der Kunststoffanwendung in der Bauwirtschaft. Der Bauingenieur 34 (1959), H. 4.
2. F. Pilny: Weiterentwicklung von Baustoffen und ihre Anwendungen auf der Hannoverschen Messe. Der Bauingenieur (1960), H. 8.
3. J. Ritchi, P. Gregory und A. Bangay: Improvement of Bolted Joint Efficiency by the Addition of a Cold-Setting Resin. Struct. Eng. June 1959.
4. A. Dörnen und G. Trittler: Neue Wege der Verbindungstechnik im Stahlbau. Der Stahlbau (1956), H. 8.
5. K. Dörnen und A. Meyer: Die Emsbrücke Hemberg. Ein dübelloses Stahlverbund. Der Stahlbau (1960), H. 7.
6. K. Sattler: Betrachtungen über die Verwendung von hochfesten Schrauben bei Stahlträger-Verbundkonstruktionen. Bericht dem VI. Kongreß der Internationalen Vereinigung für Brücken- und Hochbau Stockholm. Juni 1960.
7. Schering A.G., Berlin, Abt. Industriechemikalien: Prospekt.
8. Ciba A.G., Basel, Kunststoffabteilung: Firmenprospekte.
9. K. Sattler: Theorie der Verbundkonstruktionen. 2. Aufl. W. Ernst & Sohn, Berlin 1959.



Leichtbaudächer brauchen eine Isolierung

Jeder Fachmann wird das bestätigen. Leichtbaudächer lassen sich zwar schnell und kostensparend erstellen, aber durch die verhältnismäßig dünnen Platten können sich in den überdachten Räumen Winterkälte und Sommerhitze ungehindert auswirken. Die Heizungskosten während des Winters würden sehr hoch sein, und im Sommer könnte man vor Hitze kaum darin arbeiten.

Hier helfen Schaumstoffe aus STYROPOR. Dieses Material hat hervorragende Isoliereigenschaften. Nach wissenschaftlichen Meßergebnissen beträgt die Wärmeleitfähigkeit bei 0°C etwa $0,027 \text{ kcal/mh } ^{\circ}\text{C}$ (Rechenwert nach DIN 4108 im Bauwesen $0,035 \text{ kcal/mh } ^{\circ}\text{C}$ bei $+10^{\circ}\text{C}$). Durch sein „Federgewicht“ (bis zu $0,02 \text{ g/cm}^3$) werden Deckenkonstruktionen nicht unnötig belastet.

STYROPOR-Isolierung ist Dauerisolierung. Schaumkörper aus STYROPOR altern nicht, saugen kein Wasser auf, schimmeln nicht und verrotten nicht. Die mechanische Festigkeit ist erstaunlich gut. Begehen von Platten aus geschäumtem STYROPOR mit Dachdeckerschuh ist ohne weiteres möglich. Diese Platten lassen sich leicht und sauber bearbeiten.

Die BASF
liefert den Rohstoff STYROPOR.
Auf Wunsch senden wir Ihnen gern
Anschriften von Verarbeiterfirmen.
Senden Sie uns bitte diesen Kupon. ▶



AOA-WERBUNG

2092

Badische Anilin & Soda-Fabrik AG
LUDWIGSHAFEN AM RHEIN

A 3

Wir interessieren uns für STYROPOR
und bitten um Anschriften von Verarbeiterfirmen.

Name:

Anschrift:

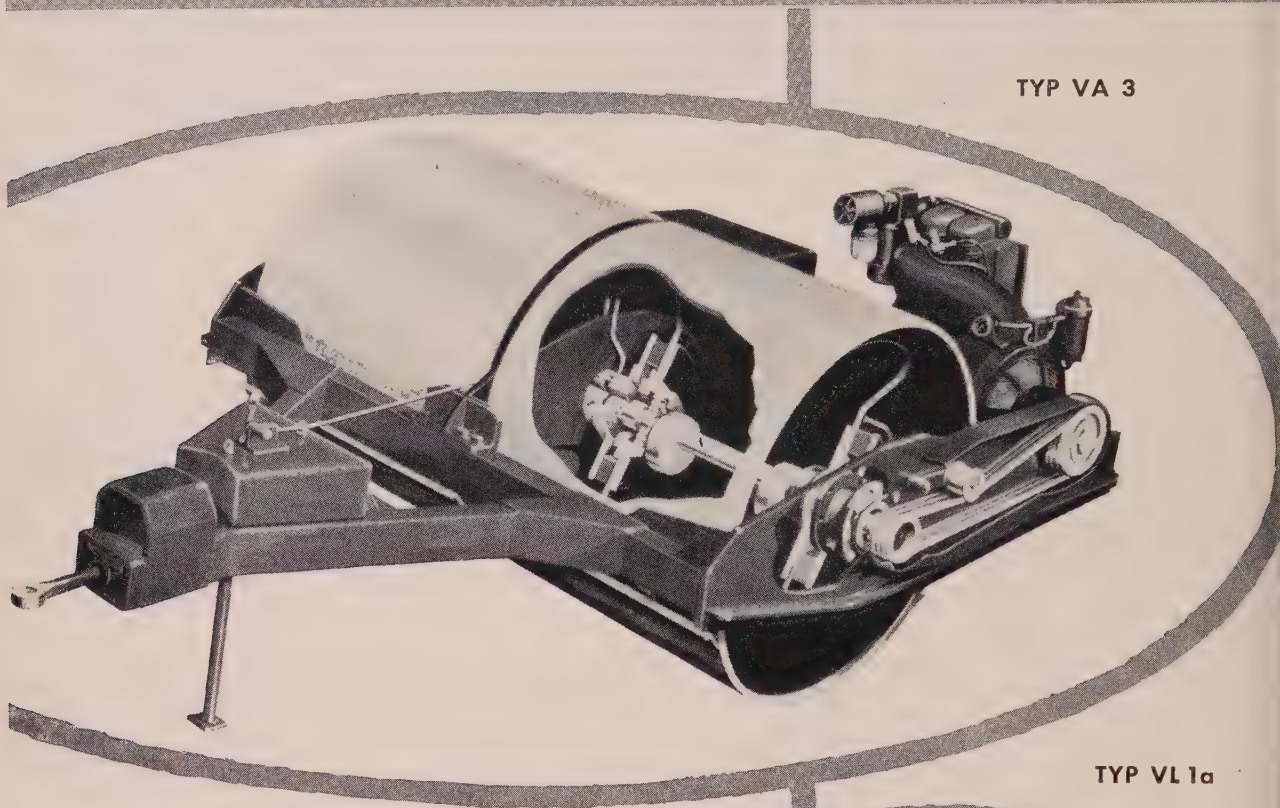
Beruf oder Firma:



am Besten ...

Sie verschaffen sich durch Einblick den Überblick

TYP VA 3

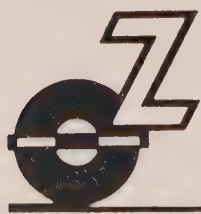
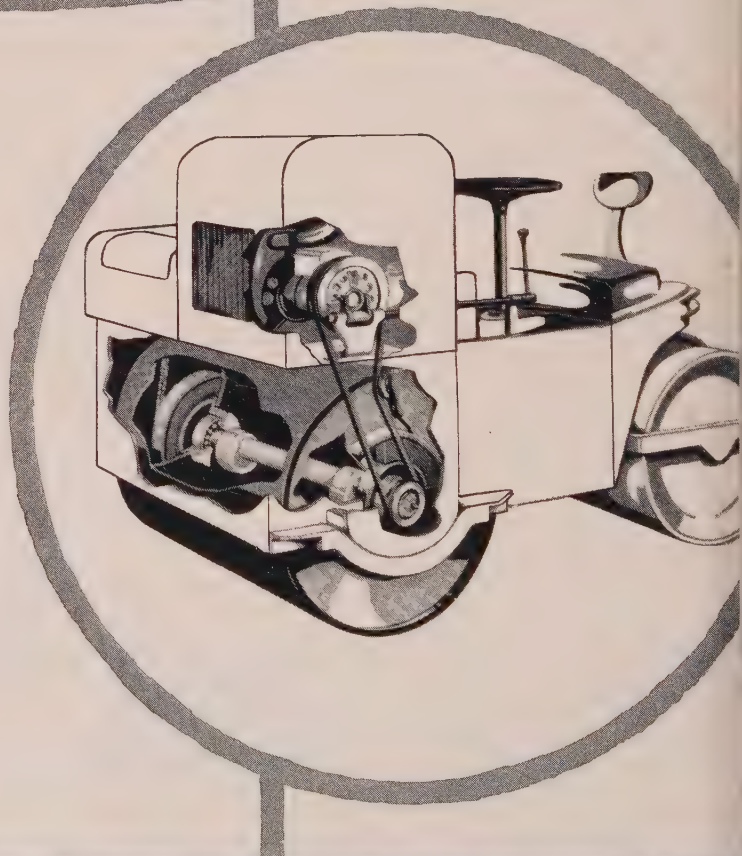


TYP VL 1a

Die VA 3 hat ein statisches Gewicht von 3,3 t, eine Walzbreite von 2.080 mm. Die beiden Walzkörper sind einzeln rechts und links in Gummi gelagert und können sich den Bodenunebenheiten einzeln anpassen und somit ihre Vibrationswirkung am Boden abgeben.

Die VL 1a mit einem statischen Gewicht von 1,4 t hat eine Walzbreite von 1.000 mm.

Beide Walzen können auf LKW's von Baustelle zu Baustelle disponiert werden.



Vertrauen Sie Zettelmeyer

Hubert Zettelmeyer · MASCHINENFABRIK · KONZ BEI TRIER · Tel.: Konz 551 · Fernschreiber: 047 8

Über eine sinnvolle Beschränkung der Durchbiegungen von Stahlbetonbauteilen

Von Prof. Dr.-Ing. A. Mehmel, Darmstadt

K 624.07 : 624.012.45 : 624.041.63

Jedes auf Biegung beanspruchte Konstruktionsglied hat eine bestimmte Durchbiegung. Diese hängt außer von der gegebenen Last und dem vorhandenen statischen System von der „Steifigkeit“ EJ und damit von den Abmessungen und den verwendeten Werkstoffen ab (vgl. z. B. [1], [2]). Nach der bisher in DIN 1045 — Bauwerke aus Stahlbeton — getroffenen Regelung waren für bestimmte Bauteile Mindestforderungen an die Nutzhöhe h gestellt, die einen bestimmten Bruchteil der Spannweite l nicht unterschreiten durfte. Dieser Bruchteil war nicht von den in dem betreffenden Konstruktionsglied auftretenden Beton- und Stahlspannungen abhängig. Eine wesentliche Unterscheidung in der Größe des Bruchteiles war zwischen einachsiger und kreuzweise gespannten Platten vorgenommen. Im einzelnen sah die DIN 1045 folgende Regelung vor:

„§ 22. Platten mit Hauptbewehrung nach einer Richtung

Die Nutzhöhe h der Platten muß ferner mindestens betragen:

bei beidseits freier Auflagerung $\frac{1}{35}$ der Stützweite, bei durchlaufenden oder eingespannten Platten $\frac{1}{35}$ der größten Entfernung der Momentennullpunkte. Wird diese Nullpunktentfernung nicht nachgewiesen, so kann sie zu $\frac{1}{45}$ der Stützweite angenommen werden.

Für Platten, die nur bei Ausbesserungs- und Reinigungsarbeiten und dgl. begangen werden, sind die entsprechenden Werte $\frac{1}{40}$ der Stützweite und $\frac{1}{40}$ der größten Entfernung der Momentennullpunkte.

„§ 23. Kreuzweise bewehrte Platten

Die Nutzhöhe h_u , bezogen auf die unteren Stahleinlagen, muß ferner mindestens sein:

bei allseitig frei aufliegenden Einfeldplatten $\frac{1}{50}$, bei durchlaufenden oder eingespannten Platten $\frac{1}{60}$ der kleineren Stützweite.

Bei dem Verhältnis der größeren zur kleineren Stützweite größer als 1,5, so gilt für die Nutzhöhe h_u § 22, Ziff. 2.

Trotz Einhaltung der vorstehend genannten Mindestnutzhöhen nach DIN 1045 sind in den letzten Jahren in zunehmendem Maße Schäden der verschiedensten Art aufgetreten, deren Ursache in zu großen Durchbiegungen zu sehen sind. Insbesondere sind hierbei Risseerscheinungen an nichttragenden Zimmertrennwänden zu erwähnen, die auf Decken angeordnet sind. Derartige Schäden sind früher nicht in dem heutigen Ausmaße bekannt geworden, und es liegt daher die Annahme nahe, daß die in DIN 1045 geforderten Mindestnutzhöhen sich zwar früher bewährt haben, jedoch heute nicht mehr eine ausreichende Beschränkung der Durchbiegung bewirken. Die Unterschiede zwischen „heute“ und „früher“ können im wesentlichen an zwei Punkten zusammengefaßt werden:

a) Die Anwendung hochwertiger Baustoffe und damit die Ausnutzung hoher zulässiger Spannungen erlaubt bei gleichen Steifigkeiten größere Spannweiten als früher oder bei gleichen Spannweiten geringere Abmessungen.

b) Die Anordnung nicht grundfester, durch die Decken abtragender Raumtrennwände war früher kaum üblich.

Es gibt noch eine ganze Reihe anderer Schadensgruppen, die Anlaß zu Verformungsbetrachtungen geben, wie die Zerstörung von Fensterscheiben großflächiger Fassadenverkleidungen, das Klemmen von Türen, die Beschädigung von Installationen und vieles andere mehr. Immer aber handelt es sich um Mangelerscheinungen an Dingen, die mit den sich verformenden Konstruktionsteilen in Verbindung stehen, nie um Mängel an den sich verformenden Teilen selbst. Dies ist klar, da bei ordnungsgemäßer Ausführung die jeweils auftretende Verformung dem gerech-

neten Spannungszustand im Rahmen materialbedingter Schwankungen eindeutig zugehörig ist. Die Standsicherheit des sich verformenden Bauteiles selbst steht also bei diesen Betrachtungen nicht zur Diskussion. Es ist wichtig, dies zu betonen, um den später folgenden Betrachtungen im Rahmen des konstruktiven Entwurfs und der statischen Berechnung die ihnen zukommende Bedeutung zu geben: sie sind durchaus von Interesse, jedoch tritt ihre Bedeutung hinter der Wichtigkeit der eigentlichen Standsicherheit erheblich zurück.

Es wird gelegentlich darauf hingewiesen, daß zu große Verformungen auch die Standsicherheit der sich verformenden Teile selbst oder der diese unterstützenden Teile gefährden würden. Der erstgenannte Fall kann eintreten, wenn sich durch die Verformung Hebelarme einstellen, die es nicht mehr gestatten, die Kräfte am unverformten Bauwerk zu ermitteln. Es liegt dann eine Konstruktion vor, die eine statische Berechnung am verformten System verlangt. Derartige Sonderfälle stehen aber hier gar nicht zur Diskussion: sie waren und sind weder Gegenstand der DIN 1045, noch sind sie durch eine „Durchbiegungsbeschränkung“ überhaupt erfassbar. Der zweitgenannte Fall könnte z. B. eintreten, wenn aus zu großer Verformung einer Decke nicht gerechnete Biegemomente in unterstützten Teilen auftreten. So ist es sicher vom Standpunkte der Standsicherheit nicht ohne besonderen Nachweis möglich, eine 10 m weit gespannte, mit zulässigen Betonspannungen dimensionierte, einfeldrige Stahlbetonmassivdecke auf 24 cm starke Mauerwerkswände aufzulagern und die Auflagerkraft als gleichmäßige Pressung anzusetzen. Dies ist aber wiederum keine Frage der Durchbiegungsbeschränkung für die Decke, sondern ein Problem der Kontinuität zwischen Decken- und Wandverformung. In einem derartigen Fall wird der entwerfende Ingenieur unter Ansatz der vorhandenen Steifigkeiten von Decke und Wand die auftretenden Spannungen nachweisen; wenn er diesen Nachweis von sich aus nicht führt, ist seine Berechnung unvollständig, und die prüfende Stelle wird den Nachweis verlangen. Eine Gefährdungsmöglichkeit der Standsicherheit in dem unterstützten Bauteil als Folge zu großer Verformungen des gestützten Bauteiles kann ich also ebenfalls nicht sehen, es sei denn, die statische Berechnung wäre falsch oder zumindest unvollständig.

Aus den vorstehenden Darlegungen geht deutlich hervor, daß man für die Beurteilung zulässiger Verformungen zu unterscheiden hat zwischen

1. Stahlbetonbauteilen, deren Durchbiegungen keine schädlichen Auswirkungen haben können, und
2. Stahlbetonbauteilen, deren Durchbiegungen schädliche Auswirkungen haben können.

Nach den vorstehenden Erläuterungen sind unter schädlichen Auswirkungen unerwünschte, die Gebrauchsfähigkeit des Bauwerkes beeinträchtigende Folgeerscheinungen zu verstehen. Treten jedoch als Folge großer Durchbiegungen Auswirkungen ein, die die Standsicherheit vermindern oder gar gefährden, so sind dies Folgen einer Überschreitung zulässiger Materialbeanspruchungen; diese können nur auftreten, wenn der Standsicherheitsnachweis unrichtig oder unvollständig geführt ist; sie sind daher nicht durch Forderungen an die Mindeststeifigkeit der Decke zu vermeiden.

Zur erstgenannten Gruppe gehören zweifelsohne alle Decken, die keine Ausbauwände tragen und an ihren Rändern durch tragende Wände oder steife Unterzüge gestützt sind. Dies sind der größte Teil der Decken mehrgeschossiger industrieller Gebäude; hierunter fallen aber auch die Decken von Wohngebäuden, deren Zimmertrennwände grundfest bzw. deren nicht grundfeste Trennwände auf Decken kleiner Spannweiten angeordnet sind; dies ist

m. E. bei einem großen Teil der heute üblichen Wohnbauten der Fall. Hierauf weisen auch in neuerer Zeit angestellte statistische Untersuchungen hin [3].

Zur zweitgenannten Gruppe gehören z. B. weitgespannte Decken mit nichttragenden Wänden, Decken ohne Randträger mit an diesen ungestützten Rändern angeordneten Ausfachungen (Glasscheiben!), etc. Im Einzelfalle können unter schädlichen Auswirkungen auch ästhetische Beeinträchtigungen verstanden sein, indem z. B. an Stelle einer geraden Linie am Rande einer dünnen durchlaufenden Decke deutlich eine Girlandenform erkennbar ist. Auch wird man die Frage der Schädlichkeit einer Durchbiegung von der Nutzungsart der Räume her beurteilen: so ist es sicher nicht schön, wenn die weitgespannte Decke eines Schulzimmers sichtbar „durchhängt“. Schon aus diesen wenigen Beispielen geht hervor, daß es bei ein und derselben Konstruktion sogar bei dem gleichen Verwendungszweck je nach der individuellen Ansicht möglich sein wird, ein Bauteil der Gruppe 1 oder 2 zuzurechnen. Da es im übrigen aber — wie bereits vorher ausführlich dargelegt — nicht um die Standsicherheit geht, erscheint es mir angemessen, gewisse Mindestforderungen für alle Stahlbetonbauteile (d. h. für beide Gruppen 1 und 2) verbindlich zu verlangen, wie dies in DIN 1045 bisher ja bereits für Platten und Rippendecken geschehen ist, und darüber hinaus die Erfüllung weitergehender Forderungen für die Gruppe 2 zu empfehlen. Es ist dann mit Deutlichkeit auf die Folgen großer Durchbiegungen hingewiesen, so daß sich der verantwortungsbewußte Ingenieur danach orientieren kann. Ihm und seinem Bauherrn sollte man es überlassen, ob er nur die zwingenden Mindestforderungen erfüllen oder aber durch Einhalten weiterer Empfehlungen die Güte des Bauwerks steigern und mögliche Schäden verhindern oder zumindest eindämmen will. So kann dann ja auch jederzeit die öffentliche Hand als Bauherr z. B. für Klassenräume die Einhaltung der Empfehlungen für Gruppe 2 zwingend verlangen.

Die Frage der Durchbiegungsbeschränkung hat den deutschen Ausschuß für Stahlbeton schon seit längerer Zeit beschäftigt. Da die Neubearbeitung der DIN 1045 noch geraume Zeit in Anspruch nimmt, sollte eine vorläufige Regelung gefunden werden, um die Aufmerksamkeit der entwerfenden Ingenieure auf die Wichtigkeit des Problems großer Verformungen und der möglichen Schadensfolgen hinzuweisen. Zu diesem Zwecke erarbeitete der deutsche Ausschuß für Stahlbeton eine „Vorläufige Regelung über die Beschränkung der Durchbiegung von Stahlbetonbauteilen nach DIN 1045“, die in einigen Ländern der Bundesrepublik Deutschland bereits eingeführt wurde (vgl. z. B. [4]). Die Anwendung dieses Erlasses führte z. T. zu erheblichen Abmessungserhöhungen auch bei Bauteilen, bei denen bisher erfahrungsgemäß keine oder nur in geringem Umfang Folgeschäden aufgetreten sind. Es sei dahingestellt, ob dies in der Formulierung oder der Auslegung des Erlaßtextes seine Ursache hatte. Es erschienen eine ganze Reihe von Veröffentlichungen, die Tafeln und Tabellen zur Schlankheitsbestimmung mitteilten [5], [6], [7], [8] und dabei z. T. den genannten Erlaß kommentierten, offensichtlich ohne die — allerdings auch nicht veröffentlichten — Grundlagen zu kennen, die zu dem Erlaß führten. Auch auf der Arbeitstagung des Betonvereins am 24. März 1961 in Berlin wiesen verschiedene Referate auf Unzulänglichkeiten der neuen Durchbiegungsrichtlinien hin [9]. Insgesamt erwies es sich als notwendig, diese Richtlinien nochmals zu überarbeiten. Das als Beispiel für die Erlaßbekanntgabe [4] zitierte Land Hessen trug dieser Notwendigkeit dadurch Rechnung, daß es die zwingende Anwendung vorläufig aufhob [10], [11]. Der Verfasser des vorliegenden Berichtes, der selbst Mitglied des Sonderausschusses „Durchbiegungsbeschränkung“ des deutschen Ausschusses für Stahlbeton ist, stellt nach der vorstehend gegebenen ausführlichen Erläuterung der gegebenen Situation im folgenden seine Gedanken der fachlichen

Öffentlichkeit vor und formuliert am Ende des Berichtes einen Vorschlag für eine Neuregelung der Durchbiegungsbeschränkungen. Die folgenden Ausführungen sollen — das sei ausdrücklich betont — nicht etwa eine große „Genauigkeit“ bewirken, sie sollen lediglich durch klare Definitionen jedem Fachmann die Möglichkeit einer Anwendung auch in solchen Fällen geben, die in einem Erlaß nicht zahlenmäßig erfaßt sind, und sie sollen zudem die unterschiedliche Behandlung für Bauteile herausstellen, deren Durchbiegungen ohne oder mit schädlichen Auswirkungen verbunden sein können.

Für Stahlbetonbauteile, deren Durchbiegungen keine schädlichen Auswirkungen haben, kann die bisherige Regelung nach DIN 1045, § 22.2 beibehalten werden, wonach eine Mindestnutzhöhe $h = l_i/35$ gefordert wird. Die Verringerung auf $h = l_i/40$ bei Platten, die nur zu Ausbesserungs- und Reinigungsarbeiten begangen werden, soll entfallen, da infolge der bei diesen Bauteilen geringen Verkehrslasten die nachträglichen Durchbiegungen einen größeren Anteil an der Gesamtdurchbiegung haben. Die ideale Länge l_i war in DIN 1045 bei einachsig gespannten Platten als Abstand der Momentennullpunkte definiert; hierfür sollte eine sinnvollere Definition gewählt werden, die gleichzeitig auch die kreuzweise gespannten Platten einschließen gestattet. Eine derartige Definition ergibt sich aus der Aufgabe, einen gegebenen Raum bestimmter Abmessungen bei einer wirkenden Last $q = g + p$ einer irgendwie gelagerten Decke zu überspannen. Ich kann mit einer einachsig gespannten, beidseits gelenkig gelagerten Decke oder je nach den angrenzenden Räumen auch in ein oder zwei Richtungen durchlaufenden Deckensystem erreicht werden. Ich habe eingangs bereits erwähnt, daß früher die Anordnung nicht grundfester von den Decken abzutragender Raumtrennwände kaum üblich war, d. h. es wurden früher die Bauteile meist so ausgeführt, daß ihre Durchbiegungen keine schädlichen Auswirkungen haben konnten. Wir können uns daher bei derartigen Bauteilen auf die durch die Erfahrung belegte Tatsache verlassen, daß mit $h = l_i/35$ die zu fordernde Mindeststeifigkeit ausreichend ist. Nur hat man noch vor wenigen Jahrzehnten in viel geringerem Umfang kontinuierliche Deckensysteme als heute ausgeführt, so daß diese Erfahrung im wesentlichen an Einfelddecken gesammelt wurde. Es ist daher vernünftig, für durchlaufende Decken eine geringere Mindestnutzhöhe als für Einfelddecken zuzulassen und zwar in der Art, daß die Durchbiegung gleicher Länge gerade der Durchbiegung einer Einfeldplatte mit $h = l_i/35$ entspricht. Es sei daher eine „ideale Länge“

$$l_i = k \cdot l$$

derart eingeführt, daß für die beidseits gelenkig gelagerte Platte auf zwei Stützen der systemabhängige Beiwert $k = 1$ ist und für andere Randbedingungen k so bestimmt wird, daß die gleiche Belastung q bei gleicher Spannweite die gleiche Durchbiegung f wie bei der zweiseitig gelenkig gestützten Platte bewirkt. Dabei wird für einachsig und zweiachsig gespannte Bauteile die Durchbiegung in Feldmitte bzw. für Kragkonstruktionen am Kragende und für durchlaufende Bauteile stets Vollast angesetzt. Unabhängig vom Einzelfall tatsächlich auftretenden Lastarten ist diese Betrachtung die Gleichlast q gewählt, da es nicht auf die genaue Vorausbestimmung einer Durchbiegung, sondern nur auf die vernünftige Festlegung einer angemessenen Mindeststeifigkeit ankommt. Aus dem gleichen Grunde wurden unterschiedliche Laststellungen in durchlaufenden Systemen ausgeschlossen. Die folgenden Betrachtungen sind für massive Stahlbetonplatten gestellt; die damit errechneten Mindestnutzhöhen sollen aber auch für alle anderen Bauteile wie Rippendecken, Balken, Plattenbalken etc. gelten. Dies ist im Rahmen der erfordernden Genauigkeit vertretbar, zumal für die Dimensionierung praktisch nur bei Massivplatten die Mindestnutzhöhe maßgebend ist.

Die auf die Spannweite l bezogene Durchbiegung der
weiseitig gelenkig gelagerten Platte nach Abb. 1 (Index 0)
schreiben wir zu

$$f_0/l = \lambda_0 \frac{q l^3}{E J} \approx \lambda_0 \frac{12 q l^3}{E h_0^3} \quad (2a)$$

$$h_0 = l \beta \quad (2a)$$

Abb. 1. Beidseits gelenkig
gelagerte Einfeldplatte.

$$f_0/l \approx \lambda_0 \frac{12 q \beta^3}{E} \quad (3a)$$

für eine beliebig gestützte Platte, z. B. nach Abb. 2 (In-
dex k) ist

$$f_k/l = \lambda_k \frac{q l^3}{E J} \approx \lambda_k \frac{12 q l^3}{E h_k^3} \quad (2b)$$

$$h_k = l_i \beta \quad (2b)$$

$$f_k/l \approx \lambda_k \frac{12 q \beta^3}{E} \cdot \frac{l^3}{l_i^3} \quad (3b)$$

aus der Forderung gleicher Durchbiegungen $f_0 = f_k$ folgt
mit Gl. (1)

$$k = \sqrt[3]{\frac{\lambda_k}{\lambda_0}} \quad (4)$$

Es ist $\lambda_0 = 5/384$ und z. B. für eine beidseits fest ein-
gespannte, einachsig bewehrte Einfeldplatte (unter der An-
nahme $\mu = 0$) $\lambda_k = 1/384$, mithin für diesen Lagerungsfall

$k = \sqrt[3]{0,2} = 0,58$. Für eine vierseitig gelenkig gelagerte Qua-
ratplatte ist $\lambda_k = 1/246$, mithin hierfür $k = \sqrt[3]{384/(5 \cdot 246)}$

$= 0,68$. Die nach Gleichung (4) errechneten k -Werte sind
für einachsig gespannte Einfeldplatten in Abb. 3 und für
kreuzweise gespannte Einfeldplatten in Abb. 4 zusammen-
gestellt. Für ein beliebiges Feld eines einachsig gespannten
Durchlaufenden Systems nach Abb. 5 ergibt sich mit

$$m_l = -M_l/q l^2 \quad \text{und} \quad m_r = -M_r/q l^2, \quad (5a)$$

$$k = \sqrt[3]{1 - 4,8 (m_l + m_r)}. \quad (5b)$$

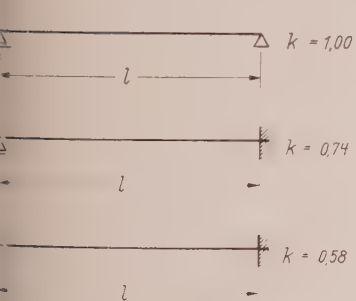


Abb. 3. k -Werte für Einfeldplatten bei
verschiedenen Randbedingungen.

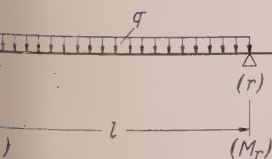


Abb. 5. Innenfeld einer gelenkig
gelagerten Durchlaufplatte.

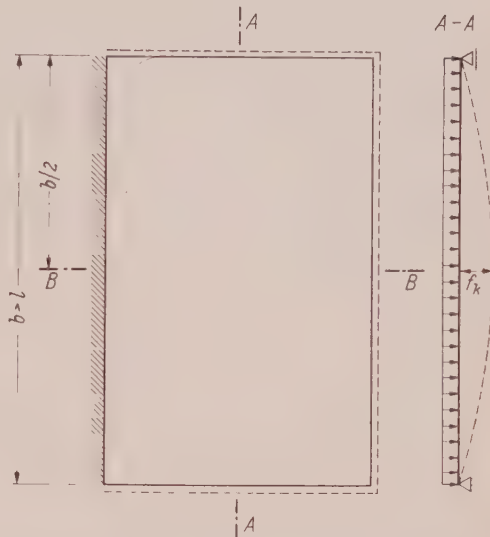
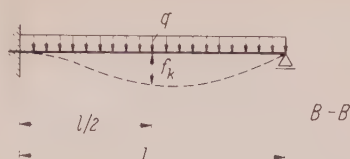


Abb. 2. Vierseitig gelagerte Rechteckplatte, davon eine der längeren
Seiten starr eingespannt, die übrigen Seiten gelenkig gelagert.

M_l und M_r sind als oben Zug erzeugende Stütz-
momente in Gleichung (5 a) negativ einzusetzen, so daß m_l
und m_r bei negativen Stützmomenten positive Größen sind.
Für einige Zwei- bis Fünffeldplatten unter Vollast sind
 k -Werte in den Abb. 6—8 zusammengestellt. Für eine
elastisch eingespannte Kragplatte nach Abb. 9 ergibt sich
mit

$$m_r = M_r/q l^2, \quad (6a)$$

$$k = \sqrt[3]{9,6 + 12,8 (l_2/l_1) + (12,8 m_r - 3,2) (l_2/l_1)^3}. \quad (6b)$$

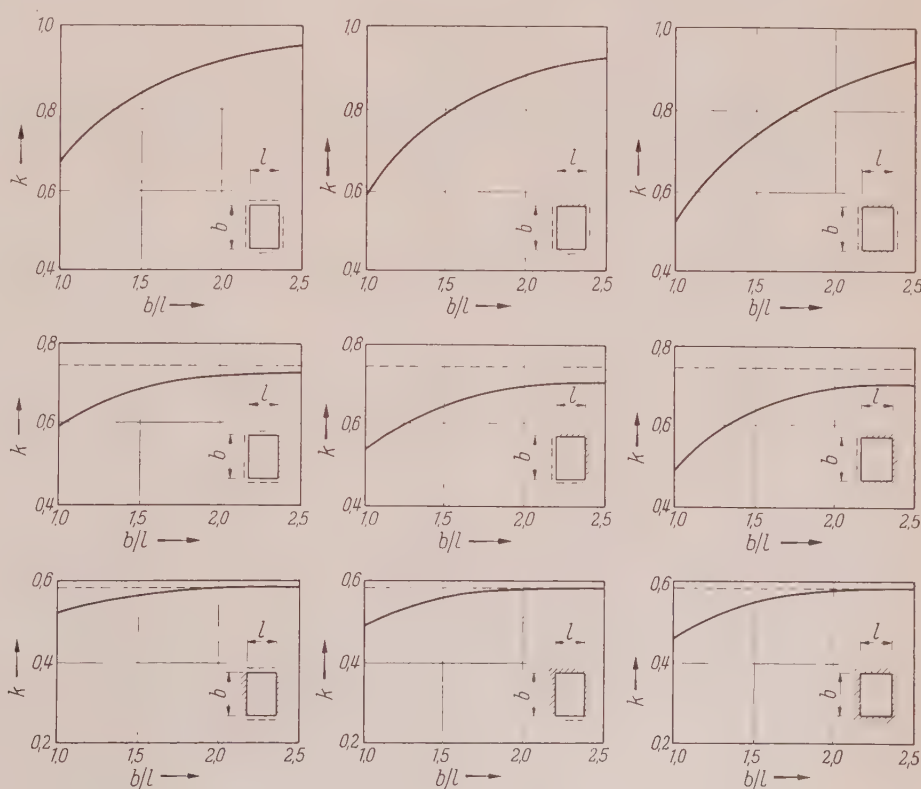


Abb. 4. k -Werte für vierseitig gelagerte Rechteckplatten mit Seiten-
verhältnissen $1,0 \leq b/l \leq 2,5$ bei verschiedenen Randbedingungen.

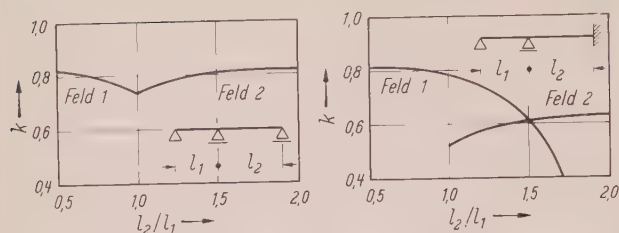
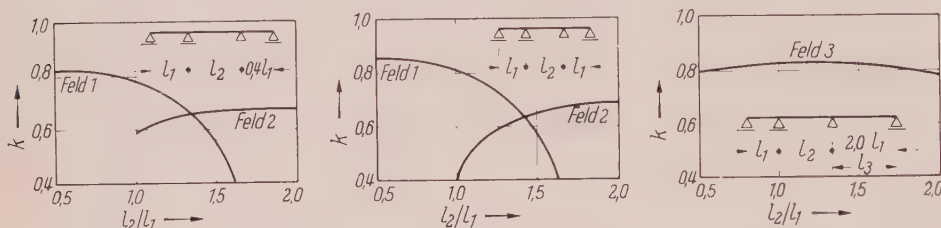
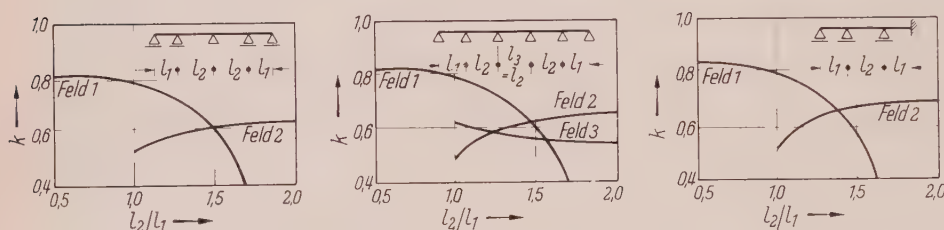
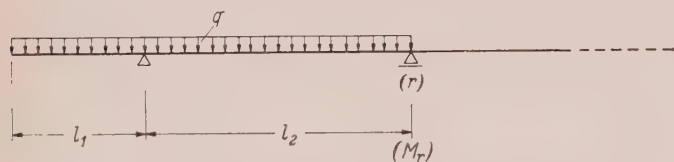
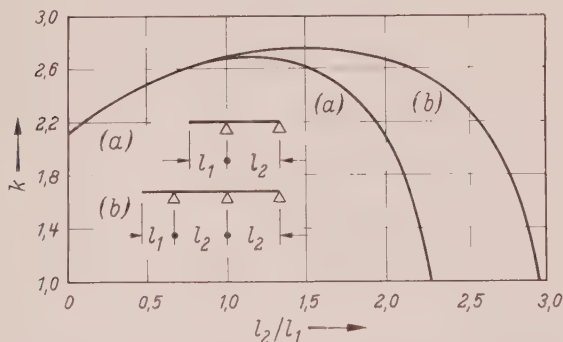
Abb. 6. k -Werte für Zweifeldplatten mit Stützweitenverhältnissen $0,5 \leq l_2/l_1 \leq 2,0$.Abb. 7. k -Werte für Dreifeldplatten mit verschiedenen Stützweitenverhältnissen.Abb. 8. k -Werte für Drei-, Vier- und Fünffeldplatten mit verschiedenen Stützweitenverhältnissen.

Abb. 9. Kragplatte im Anschluß an eine gelenkig gelagerte Durchlaufplatte.

In Abb. 10 sind k -Werte für eine Kragplatte mit einem und mit zwei anschließenden Feldern angegeben, wobei wiederum Vollast auf dem ganzen System angesetzt ist.

Abb. 10. k -Werte für Kragplatten bei verschiedenen Verhältnissen von Kragweite zur Stützweite des benachbarten Feldes.

Mit der oben eingeführten Definition sind auch die kreuzweisen Platten ausreichend und analog der bisherigen DIN 1045 erfaßt, die sich ja bewährt hat. Die Forderung $h \geq l_i/35$ für eine vierseitig gelenkig gelagerte Quadratplatte bedeutet, da $l_i = 0,68 l$ ist, $h \geq 0,68 l/35 = l/51,5$; sie ist also nahezu mit der bisherigen DIN-Forderung $h \geq l/50$ identisch. Für eine vierseitig gelenkig gelagerte Platte mit $b/l = 1,5$ ist nach Abb. 4 $l_i = 0,84 l$; es bedeutet also $h \geq l_i/35$ hierfür $h \geq 0,84 l/35 = l/42$.

Diese Verschärfung gegenüber bisher $h \geq l/50$ erscheint aber durchaus angebracht, da bei zunehmendem Verhältnis b/l sich die Tragwirkung einer kreuzweise gespannten Platte derjenigen einer einachsig gespannten Platte nähert. Dem trug DIN 1045 bisher nur dadurch Rechnung, daß ab $b/l = 1,5$ sprunghaft die Werte für einachsig gespannte Platten zugrunde zu legen waren. Eine vierseitig eingespannte Platte mit $b/l = 1,4$ hat $l_i = 0,55 l$, daß die Forderung $h \geq l_i/35$ mit der Forderung $h \geq l/50$ gleichwertig ist; eine vierseitig starr eingespannte Platte kann also schlanker als bisher ausgeführt werden.

Da die vorstehenden Überlegungen für Stahlbetonbauteile, deren Durchbiegungen keine oder nur geringe schädliche Auswirkungen haben, zu Ergebnissen führen, die mit den bisherigen DIN 1045-Regeln nahe kommen, scheint die Frage angebracht, ob man eigentlich dann für diese Bauteile die bisher bewährte Regelung überhaupt ändern sollte. Der Verfasser glaubt dies nicht, sondern hält es für besser, die bisherige Definition der Mindestschlankheit zur Beurteilung aller möglichen Lagerungsfälle beizubehalten. Am deutlichsten wird dies am Kragträger demontriert (vgl. Abb. 10), für den vernünftigerweise zukünftig größere Nutzhöhen erforderlich sein werden als bisher manchmal ausgeführt wurden. Allerdings erscheint es

nicht bei allen Kragkonstruktionen erforderlich, insbesondere dann nicht, wenn es sich um Tankstellendächer, Gangüberdachungen oder ähnliche Bauteile handelt. Hierfür wird daher in Anlehnung an die Stahlbauvorschriften nur die abgeschwächte Forderung $h \geq l_i/50$ vorgeschlagen.

Für Stahlbetonbauteile, deren Durchbiegungen schädliche Auswirkungen haben können, gehen wir von der Überlegung aus, daß bei früher üblichen zulässigen Spannungen bis etwa $\sigma_b = 65 \text{ kg/cm}^2$ und $\sigma_e = 1800 \text{ kg/cm}^2$ und der alten Forderung $h \geq l/35$ für die zweiseitig gelenkig gestützte Platte erfahrungsgemäß keine schädlichen Auswirkungen von Durchbiegungen auftraten. Mit

$$l_i = k \cdot l$$

soll für höhere Spannungen als $65/1800 \text{ kg/cm}^2$ statt der bisherige spannungsabhängige Größe $\beta(\sigma)$ eingeführt und eine angemessene Mindestschlankheit $h \geq l_i/\beta$ empfohlen werden. Demzufolge legen wir $\beta = \beta_0 = 35$ und $k = 1$ für eine einachsig gespannte Platte bei beidseitig gelenkiger Lagerung unter einer gleichmäßig verteilten Last q an, wenn ihre Spannungen in Feldmitte $\sigma_b = 65 \text{ kg/cm}^2$ und $\sigma_e = 1800 \text{ kg/cm}^2$ betragen. Für andere Spannungen in Feldmitte wird die spannungsabhängige Größe β so bestimmt, daß bei gleicher Spannweite und gleichen Lagerungsbedingungen die gleiche Durchbiegung f folgt. Die elastische Durchbiegung des Zweistützenträgers der Spannweite l beträgt

$$f_{0,e} l/l = \lambda_0 \frac{q l^3}{E J} \quad \text{mit} \quad \lambda_0 = 5/384.$$

Mit dem Feldmittenmoment $M_0 = q l^2/8$ und $m_0 = M_0/l = 1/8$ folgt

$$f_{0,e} l/l = \frac{\lambda_0}{m_0} \cdot \frac{M_0}{E J} \cdot l$$

und schließlich mit

$$\frac{M}{E J} = \frac{1}{l} \cdot \frac{\varepsilon_0 + \varepsilon_u}{h}$$

Die ideale Länge $l_i = k \cdot l$ für Bauteile, deren Durchbiegungen schädliche Auswirkungen haben können, ist im Unterschied zu l_i für Bauteile, deren Durchbiegungen keine schädlichen Auswirkungen haben, unter Gleichsetzen der Spannungen anstatt der Last zu definieren (die Größe der Spannungen beeinflusst nicht die k -, sondern nur die β -Werte!). Für die beidseits gelenkig gelagerte Platte haben wir bereits $k = 1$ festgelegt. Für andere Randbedingungen wird k so bestimmt, daß sich für gleiche Spannweite l und für gleiche Spannungen σ_b und σ_e in Feldmitte bzw. für Kragträger an der Einspannstelle gleiche Durchbiegungen f wie bei beidseits gelenkiger Lagerung ergeben. Dabei wird für einachsige und kreuzweise gespannte Bauteile die Durchbiegung in Feldmitte bzw. beim Kragträger am Kragende und für durchlaufende Bauteile Vollast angesetzt. Bei kreuzweise gespannten Bauteilen ist stets die kürzere Spannweite maßgebend. Die maximalen Spannungen σ_b und σ_e in Feldmitte können allerdings auch in Richtung der größeren Stützweite auftreten und sind in diesen Fällen in die Rechnung einzuführen. Für eine zweiseitig gelenkig gelagerte Einfeldplatte (Index 0) ist nach Gleichung (8 a) bei bestimmten Spannungen σ_b und σ_e die auf die Spannweite bezogene Durchbiegung

$$f_0/l = \frac{\lambda_0}{m_0} \beta \propto \frac{n\sigma_b + \sigma_e}{E_e}$$

Für eine beliebig gelagerte Platte (Index k) gleicher Spannweite l mit gleichen Spannungen σ_b und σ_e ist unter Verwendung von Gleichung (7) und $l_i/h = \beta$

$$f_k/l = \frac{\lambda_k}{m_k} \beta \propto \frac{n\sigma_b + \sigma_e}{E_e} \cdot \frac{1}{k}$$

Aus der Forderung $f_0/l = f_k/l$ folgt somit

$$k = \frac{\lambda_k}{\lambda_0} \cdot \frac{m_0}{m_k} \quad (11)$$

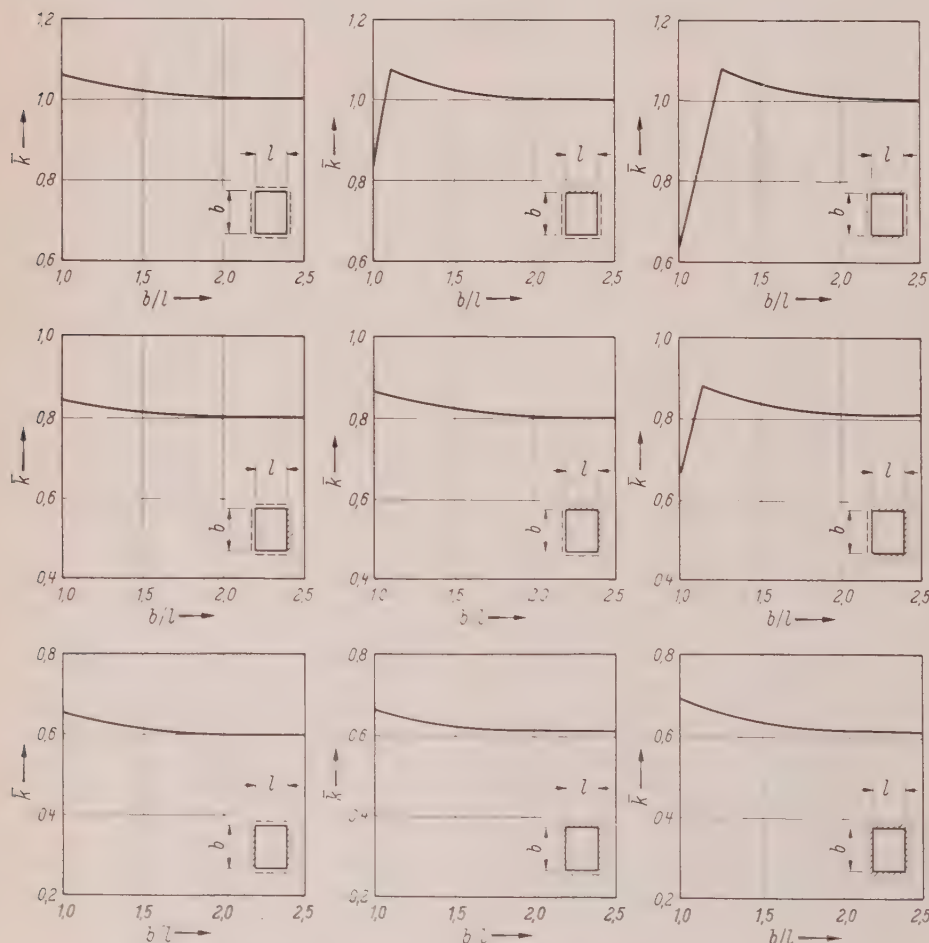


Abb. 14. k -Werte für vierseitig gelagerte Rechteckplatten mit Seitenverhältnissen $1,0 \leq b/l \leq 2,5$ bei verschiedenen Randbedingungen.

wobei m_k das durch ql^2 dividierte Biegemoment in Feldmitte, bei Kragplatten an der Einspannstelle und bei kreuzweise gespannten Platten das größere der in beiden Richtungen wirkenden Momente ist. Als Beispiel sei wieder eine beidseits eingespannte, einachsige bewehrte Platte gewählt. Es ist $\lambda_0 = 5/384$; $m_0 = 1/8$, ferner bei beidseitiger fester Einspannung $\lambda_k = 1/384$ und $m_k = 1/24$, mithin für diesen Lagerungsfall $k = 24/40 = 0,6$. Dieser Wert ist nur wenig von dem beim gleichen Lagerungsfall auftretenden Wert $k = 0,58$ verschieden. Die Hauptunterschiede sind zwischen kreuzweise gespannten Platten gegeben. Die nach Gleichung (11) errechneten k -Werte sind für einachsige und kreuzweise gespannte Einfeldplatten in Abb. 13 und für kreuzweise

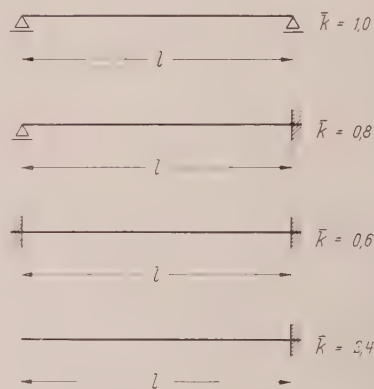


Abb. 13. k -Werte für Einfeldplatten bei verschiedenen Randbedingungen.

spannte Einfeldplatten in Abb. 14 zusammengestellt. Für die einachsige Platte wurde stets $\mu = 0$ gesetzt. Bei kreuzweise gespannten Platten treten dabei Werte $k > 1$ auf, was daher rührt, daß bei gleicher Last q und gleicher Spannweite l die Durchbiegung einer kreuzweisen Platte um das Verhältnis k zur einachsigen Platte weniger kleiner wird als das Biegemoment. Für den Fall eines einachsigen gespannten durchlaufenden Systems nach Abb. 5 ergibt sich mit m_l und m_r nach Gleichung (5 a)

$$k = \frac{1 - 4,8(m_l + m_r)}{1 - 4,0(m_l + m_r)}$$

Für einige Zwei- bis Fünffeldplatten unter Vollast sind die k -Werte in den Abb. 15-17 zusammengestellt. Für eine elastisch eingespannte Platte nach Abb. 9 ergibt sich mit m_l nach Gleichung (6 a)

$$k = 2,4 + 3,2(l_2/l_1) + (3,2 m_l - 0,8)(l_2/l_1)^3$$

In Abb. 18 sind k -Werte für Kragplatten mit einem und zwei anschließenden Feldern angegeben, wobei wieder die Vollast auf dem ganzen System angesetzt ist.

Mit der hier eingeführten Definition ergeben sich

ORESTALIT-LEICHTBAUPLATTE

ein neues Erzeugnis der CORRECTA-WERKE GMBH

Poresla

Beratungsdienst P

einseitig beschichtet

zweiseitig beschichtet

einseitig beschichtet

Die Leichtbauplatte **PORESTALIT**
mit ihren Hauptvorzügen:

- hervorragende Dämmfähigkeit
gegen Wärme, Kälte, Schall
- leichtes Gewicht
- nimmt keine Gerüche an
- schwer entflammbar
- einwandfreier Putzträger
- stabil
- einfach zu verarbeiten
- effektive Wärmeleitzahl je nach Platten-
stärke 0,039 - 0,046 kcal / m²h°C
lt. DIN 4108
- uneingeschränkt auf dem ge-
samten Bausektor zu verwenden

MAN ISOLIERT MIT PORESTA

Sie verarbeiten doch sicher Leichtbauplatten?
Warum wollen Sie nicht den Isolierwert erhöhen, indem Sie

PORESTALIT

verwenden



- Porestalit** = PORESTA aus Styropor der BASF (Badische Anilin-& Soda-Fabrik AG, Ludwigshafen Rhein)
+ zementgebundene Holzwolle-Leichtbauplatte
- Porestalit** ist in drei Ausführungen lieferbar:
- a) PORESTA einseitig auf Holzwolle-Leichtbauplatte aufgebracht
 - b) PORESTA beidseitig durch Holzwolle-Leichtbauplatte abgedeckt
 - c) PORESTA allseitig mit zementgebundener Holzwolle ummantelt
- Porestalit** ist in sich versteift und daher widerstandsfähig bei Transport und Einbau gegen Bruch
- Porestalit** bringt Einsparung an Konstruktionshöhe
- Porestalit** entspricht den Forderungen der DIN 4102 „schwer entflammbar“
- Porestalit** wird in Plattengröße 2000 × 500 mm geliefert
- Porestalit** hilft infolge hoher Dämmwerte erhebliche Heizkosten einsparen

Tabelle der Technischen Daten:

Type	Stärke in mm	Schale	Aufbau in mm Hartschaum	Schale	effekt. Wärmeleit- zahl kcal/mh°C		Wärmedurchlaßwiderstand m²h°C/kcal		Gewicht kg/m²
					Labor- wert *	nach DIN 4108	Laborwert *	nach DIN 4108	
P 15 a	15	5	10	—	0,036	0,043	0,421	0,349	3
P 25 a	25	10	15	—	0,037	0,045	0,672	0,554	4,5
P 25 b	25	5	15	5	0,037	0,045	0,672	0,554	5
P 35 b+c	35	7,5	20	7,5	0,038	0,046	0,919	0,759	7
P 50 b+c	50	7,5	35	7,5	0,035	0,042	1,438	1,187	8
P 75 b+c	75	7,5	60	7,5	0,033	0,039	2,30	1,902	8,5

* Die in der vorstehenden Tabelle angegebenen Daten stellen Mittelwerte der durch die Fertigung bedingten Toleranzen dar

CORRECTA-WERKE GMBH · BAD WILDUNGEN

FERNRUF: SAMMEL-NR. 751

FERNSCHREIBER: 099853

kreuzweise Platten ähnliche l_i -Werte wie für einachsig gespannte Platten, wobei für die kreuzweisen Platten im wesentlichen die Lagerungsbedingungen der beiden die kleinere Spannrichtung begrenzenden Ränder maßgebend

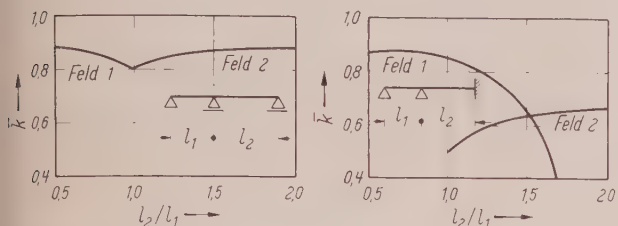


Abb. 15. k -Werte für Zweifeldplatten mit Stützweitenverhältnissen $0,5 \leq l_2/l_1 \leq 2,0$.

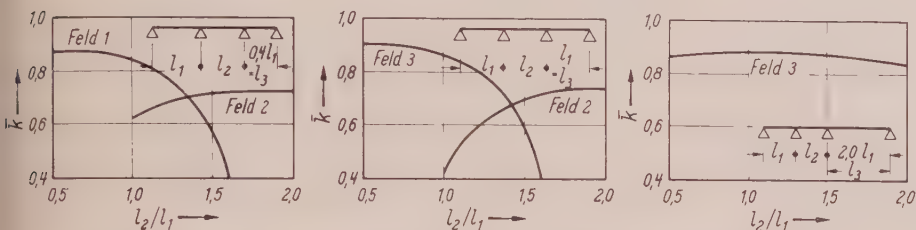


Abb. 16. k -Werte für Dreifeldplatten mit verschiedenen Stützweitenverhältnissen.

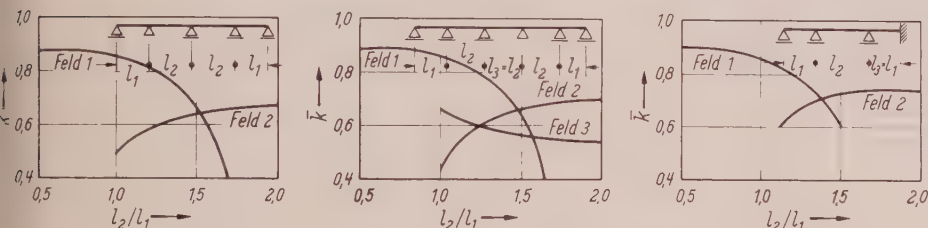


Abb. 17. k -Werte für Drei-, Vier- und Fünffeldplatten mit verschiedenen Stützweitenverhältnissen.

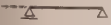
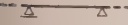
System	k	$\bar{k}$	System	k für b/l			$\bar{k}$	
				1,0	1,5	2,0		
	1,00	1,00		0,70	0,85	1,00	1,00	
	0,74	0,80		0,60	0,80	1,00	1,00	
	0,58	0,60		0,55	0,78	1,00	1,00	
	0,85	0,90		0,60	0,70	0,74	0,80	
	0,70	0,75		0,55	0,67	0,74	0,80	
	2,12	2,40		0,50	0,65	0,74	0,80	
	c							
	0	2,12	2,40		0,53	0,57	0,58	0,60
	0,5	2,5	4,0					
	1,0	2,7	4,8		0,50	0,56	0,58	0,60
	1,5	2,8	5,3					
	2,0	2,8	4,8					
	2,5	2,6	3,2		0,46	0,56	0,58	0,60
	3,0	1,0	1,0					

Abb. 19. Zusammenstellung von k - und $\bar{k}$ -Werten gebräuchlicher Systeme.

sind. Dies ist für Bauteile, deren Durchbiegungen schädliche Auswirkungen haben können, auch durchaus angemessen, weil die kreuzweisen Platten bei gleichen Spannungen und gleicher Spannweite eine viel größere Last als einachsig gespannte Platten abtragen.

Nach Abb. 11 ergeben sich je nach Größe der auftretenden Spannungen σ_b und σ_e auch Werte $\beta > 35$. Es wäre nicht richtig — wie es die bisherige vorläufige Regelung vorsah — diese Werte durch $\beta = 35$ zu ersetzen, da $l_i \neq l_i$ ist. Vielmehr werden die anwendbaren β -Werte durch die Forderung

$$\min h = \max[l_i/\beta; l_i/35] \quad (14)$$

begrenzt.

Bei Bauteilen im Freien oder nicht heizbaren Räumen ergeben sich kleinere nachträgliche Durchbiegungen als in beheizten Räumen. Es ist daher sinnvoll, in Anlehnung an die bisher schon vorgesehene Regelung hierfür um 15 % größere β -Werte als nach Abb. 11 und 12 zuzulassen, wobei wiederum die Grenze $l_i/35$ gilt, d. h. bei diesen Bauteilen muß sein

$$\min h = \max[\bar{l}_i/(1,15 \beta); l_i/35] \quad (15)$$

Die Erfahrung lehrt, daß bei ordnungsgemäßer Ausführung im üblichen Wohnungsbau mit Stützweiten, die sich aus durchschnittlichen Zimmerabmessungen ergeben, kaum schädliche Auswirkungen großer Durchbiegungen auftreten, und zwar auch dann nicht, wenn nicht grundfeste Ausbauwände durch die Decken abgetragen werden. Es genügt deshalb für diese Decken die Einhaltung der Mindestforderung $h = l_i/35$. Als Grenze, bis zu der diese Mindestforderung ausreicht, schlage ich

$l_i = 5,0$ m vor. Diesem Wert entsprechen bei einachsig

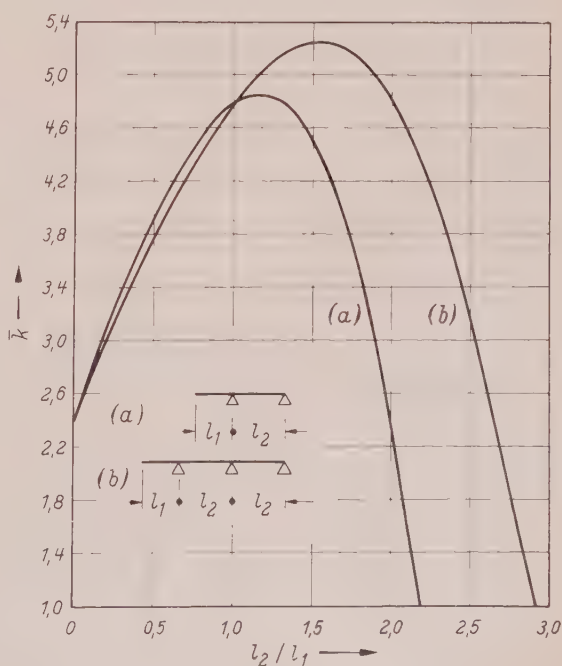


Abb. 18. k -Werte für Kragplatten bei verschiedenen Verhältnissen von Kragweite zur Stützweite des benachbarten Feldes.

gespannten Systemen normaler Stützweitenverhältnisse folgende echte Spannweiten:

beidseits gelenkig gelagerte Einfeldplatte	$l = 5,0 \text{ m}$
außen gelenkig gelagertes Endfeld einer Durchlaufplatte	$l \approx 5,5 \text{ m}$
einseits gelenkig gelagerte, andererseits fest eingespannte Einfeldplatte	$l = 6,2 \text{ m}$
Innenfeld einer Durchlaufplatte	$l \approx 6,6 \text{ m}$
beidseits fest eingespannte Einfeldplatte	$l = 8,3 \text{ m}$.

Diese Zusammenstellung zeigt, daß bei den hier vorgeschlagenen Annahmen die Bauten des üblichen Wohnungsbaues kaum berührt werden.

In Abb. 19 sind k - und k -Werte zusammenfassend dargestellt. Diese Tabelle enthält Werte, die ohne Nachweis als zulässig angesehen werden sollen. Aus diesem Grunde wurden für einachsig gespannte Durchlaufsysteme für Krag-, End- und Innenfelder obere Grenzwerte angegeben. Das gleiche gilt für die k -Werte bei kreuzweise gespannten Platten, wo die in Abb. 4 gezeigten Kurven durch davon oberhalb liegende Geradenzüge ersetzt wurden, die bei $b/l = 2$ die k -Werte für einachsig gespannte Bauteile der Spannweite l erreichen, so daß für $1 \leq b/l \leq 2$ eine lineare Interpolation möglich ist. Als k -Werte für kreuzweise gespannte Platten wurden diejenigen von einachsig gespannten Platten mit den Lagerungsbedingungen der kürzeren Spannrichtung eingeführt, obwohl die in Abb. 14 mitgeteilten Werte ein wenig höher sind. In Betracht der nicht sehr hohen Genauigkeitsansprüche erschien diese Vereinfachung geboten.

In Zusammenfassung der vorstehenden Darlegungen empfehle ich als Ersatz der bisherigen „Vorläufigen Regelung über die Beschränkung der Durchbiegung von Stahlbetonbauteilen nach DIN 1045“ folgende Regelung:

1. Bei der Festlegung zulässiger Mindestschlankheiten für Stahlbetonbauteile werden diese nach zwei Gesichtspunkten unterschieden:

1.1 Stahlbetonbauteile, deren Durchbiegungen keine schädlichen Auswirkungen haben können,

1.2 Stahlbetonbauteile, deren Durchbiegungen schädliche Auswirkungen haben können.

Unter schädlichen Auswirkungen sind unerwünschte, die Gebrauchsfähigkeit des Bauwerkes beeinträchtigende Folgeerscheinungen zu verstehen. Auswirkungen, die die Standsicherheit beeinträchtigen, sind die Folge eines unrichtigen oder unvollständigen Standsicherheitsnachweises und werden durch die folgenden Beschränkungen nicht berührt.

Zur Gruppe 1.1 gehören z. B. alle Decken, die keine Ausbauwände tragen und an ihren Rändern durch tragende Wände oder steife Unterzüge gestützt sind. Ferner zählen zu dieser Gruppe alle Bauteile mit derartigen Spannweiten l und Lagerungsbedingungen, daß $l_i = k \cdot l \leq 5,0 \text{ m}$ ist. Für die Definition von k vgl. Ziff. 3.

Zur Gruppe 1.2 gehören z. B. weitgespannte Decken ($l_i > 5,0 \text{ m}$) mit nichttragenden Wänden, Decken ohne Randträger mit an diesen ungestützten Rändern angeordneten nichttragenden Ausfachungen (Glasscheiben!) usw.

2. Bei auf Biegung beanspruchten Bauteilen der Gruppe 1.1 muß $h \geq l_i/35$ sein. Diese Forderung gilt für einachsig und zweiachsig gespannte Platten und Rippendecken, für Balken, Plattenbalken usw., sowohl als einzelne Konstruktionsglieder wie auch als Teile von durchlaufenden oder rahmenartigen Gesamtkonstruktionen. Für auskragende Bauteile von untergeordneter Bedeutung wie Tankstellen- und Wartehallen-dächer, Eingangsüberdachungen usw. darf $h \geq l_i/50$ sein.

Es bedeutet „ h “ die statische Nutzhöhe und „ l_i “ die mit einem Beiwert „ k “ vervielfältigte vorhandene Stützweite „ l “, d. h. $l_i = k \cdot l$. Bei Kragträgern ist „ l “ die Kragweite, bei zweiachsig gespannten vierseitig gelagerten Rechteckplatten ist „ l “ die kleinere Spannweite. Für beidseits gelenkig gelagerte einfeldrige Bauteile ist der systemabhängige Beiwert $k = 1$; für andere Randbedingungen wird k so bestimmt, daß sich unter gleichen Belastungen q und gleichen vorhandenen Spannweiten l die gleichen Durchbiegungen f wie bei beidseits gelenkiger Lagerung ergeben. Dabei wird für einachsig und zweiachsig gespannte Bauteile die Durchbiegung in Feldmitte bzw. für Kragträger am Kragende und für durchlaufende Bauteile Vollast angesetzt.

3. Bei auf Biegung beanspruchten Bauteilen der Gruppe wird $h \geq l_i/\beta$ empfohlen. Diese Empfehlung gilt für gleichen Konstruktionsglieder wie unter 2.

Die spannungsabhängigen β -Werte sind in Tafel 1 (Abb.) zusammengestellt. Für beidseits gelenkige Lagerung und Spannungen $\sigma_b = 65 \text{ kg/cm}^2$ und $\sigma_e = 1800 \text{ kg/cm}^2$ ist $\beta = 35$. Für andere Spannungen σ_b und σ_e wird β so bestimmt, daß sich gleiche Feldweiten l und gleiche Randbedingungen gleiche Durchbiegungen f ergeben. Dabei werden für einachsig und zweiachsig gespannte Bauteile Durchbiegungen und Spannungen in Feldmitte bzw. für Kragträger die Durchbiegungen am Kragende und die Spannungen an der Einspannstelle unter Vollast angesetzt.

Es bedeutet „ h “ die statische Nutzhöhe, „ l_i “ die mit einem Beiwert „ k “ vervielfältigte vorhandene Stützweite l (vgl. Ziff. 3). Für beidseits gelenkig gelagerte einfeldrige Bauteile ist systemabhängiger Beiwert $k = 1$; für andere Randbedingungen wird k so bestimmt, daß sich für gleiche Spannweiten l und gleiche Spannungen σ_b und σ_e gleiche Durchbiegungen f bei beidseits gelenkiger Lagerung ergeben. Für den Ort maßgebenden Durchbiegungen und Spannungen gilt das zu bereits Gesagte. Bei zweiachsig gespannten Bauteilen die Maximalspannung maßgebend, auch dann, wenn sie nicht in der Richtung der kleineren Spannweite auftritt.

Die hiernach errechnete Mindestnutzhöhe h darf nicht geringer sein als die nach Ziffer 2 errechnete Mindestnutzhöhe. Ergibt sich rechnerisch ein niedrigerer Wert, so ist die Mindestnutzhöhe nach Ziff. 2 maßgebend, d. h. es gilt $\min h = \max [l_i/\beta; l_i/35]$.

4. Bei Bauteilen im Freien oder in nicht heizbaren Räumen können die Beiwerte β nach Tafel 1 (Abb. 11) um 15 % erhöht werden. Die damit errechneten Mindestnutzhöhen h dürfen nicht geringer sein als die nach Ziff. 2 errechneten Mindestnutzhöhen, d. h. es gilt hierfür $\min h = \max [l_i/(1,15 \beta); l_i/35]$.

5. An Stelle eines Nachweises im einzelnen dürfen die in Tafel 2 (Abb. 19) angegebenen k - und k -Werte angewendet werden. Bei kreuzweise gespannten Platten dürfen die k -Werte $1,0 \leq b/l \leq 2,0$ linear interpoliert werden; für $b/l > 2,0$ gelten die Werte für einachsig gespannte Platten mit den Lagerungsbedingungen der kürzeren Spannrichtung.

Abschließend soll nicht unerwähnt bleiben, daß bei der Einhaltung gewisser Mindestnutzhöhen schädliche Folgewirkungen von Durchbiegungen nicht verhindert werden können. Mehr vermag hierzu sicher fachgerechtes Konstruieren und die Einflußnahme des Ingenieurs auf die Gestaltung und Detailausbildung beizutragen. Auch bei der Nutzung hoher zulässiger Spannungen sind ohne Zweifel im modernen Stahlbetonbau Entwurf und Ausführung wandfreier Baukonstruktionen möglich. Allerdings müssen am Entwurf verantwortungsbewußte Ingenieure und bei der Ausführung ebenso verantwortungsbewußte Unternehmer tätig sein.

Literatur

1. A. Mehmel: Ein Beitrag zur Berechnung der elastischen und plastischen Durchbiegungen schlaff bewehrter Stahlbetonbalken. Bauingenieur 34 (1959), S. 9.
2. F. Leonhardt: Anfängliche und nachträgliche Durchbiegungen von Stahlbetonbalken im Zustand II. Beton- und Stahlbetonbau 54 (1959), S. 240.
3. W. Ernst: Ist die neue Schlankheitsvorschrift berechnungsmäßig durchführbar? Baustahlgewebe-Nachrichten 3 (1961), H. 5.
4. Erlaß des Hess. Ministers des Innern vom 2. 11. 1960. (Ziff. 11, Vb — 64a 26/03 — 1/60).
5. H. Schröder: Kommentar zu DIN 1045. (Ziff. 11, Min. NRW Nr. 96 vom 26. 8. 1960.) Bau- und Bauindustrie 7 (1961), S. 262.
6. K. Opladen u. E. Richter: Hilfsmittel zur vereinfachten Berechnung der Durchbiegung von Stahlbetonbauteilen. Bauindustrie 9 (1961), S. 363.
7. K. Opladen: Bemessungs- und Hilfstafeln zur Berücksichtigung der zulässigen Schlankheit für Stahlbetonteile. Der Deutsche Bauingenieur 36 (1961), S. 187.
8. M. Stiller: Hilfstafeln für die Bemessung von Stahlbetontragwerken bei Beschränkung der Durchbiegung nach der Ergänzungs- und Stahlbetonbau 56 (1961), S. 20.
9. H. Beck: Betontag 1961. Der Bauingenieur 36 (1961), S. 187.
10. Erlaß des Hess. Ministers des Innern vom 4. 1. 1961. (Ziff. 11, Vb — 64a 26/03 — 1/61.)
11. Erlaß des Hess. Ministers des Innern vom 4. 4. 1961. (Ziff. 11, Vb — 64b 16/19 — 20/61.)

Zur Bemessung von Stahlbetonbauteilen mit Berücksichtigung der Durchbiegung

Von Dipl.-Ing. Horst Aschenbach, Köln

K 624.07 : 624.012.45 : 624.012.41 : 624.041.63

In den „Ergänzungen zu DIN 1045“ (1) wurde die lässige Schlankheit von Stahlbetonbauteilen neu festgesetzt, wenn schädliche Auswirkungen bei den bisher zulässigen Schlankheiten zu befürchten sind.

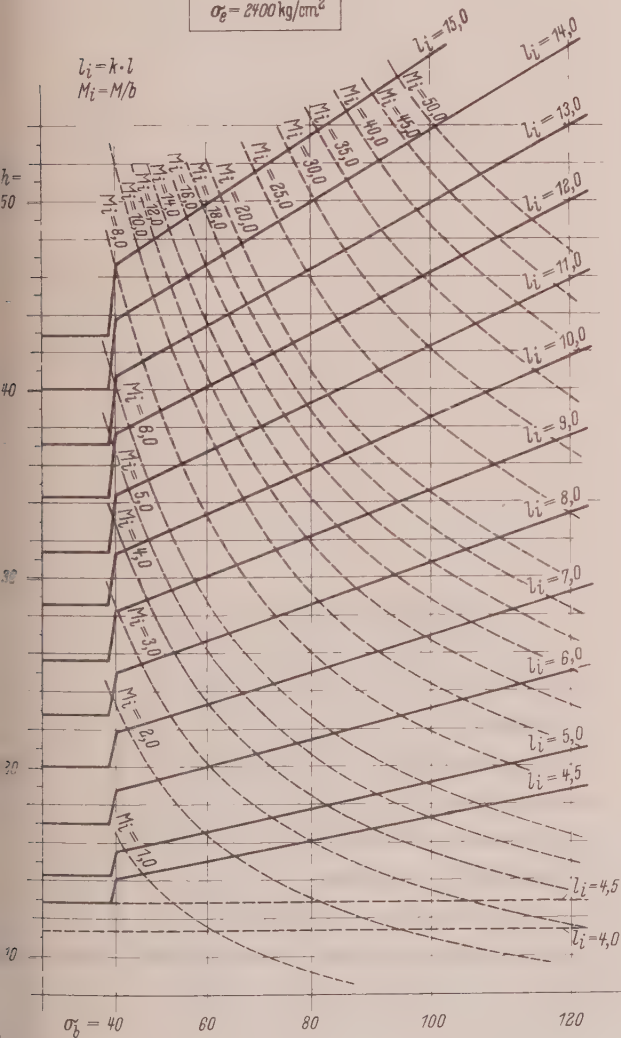
War es bisher einfach, vor der Bemessung die minimale Nutzhöhe $h = l/35$ (bzw. $l/40$) zu bestimmen, so bedarf nunmehr u. U. mehrerer Versuche, da die Schlankheit bei Spannweiten über 4,50 m von der zunächst noch unbekannten Betondruckspannung abhängig ist.

Um dieser Schwierigkeit abzuweichen, entwarf der Verfasser eine Kurventafel, in welcher die Nutzhöhe h eines rechteckquerschnittes als Funktion sowohl von l_i und σ_b , als auch von M_i und σ_b dargestellt ist.

Der Tafel liegt die heute meist gebräuchliche Stahlspannung $\sigma_e = 2400 \text{ kg/cm}^2$ zugrunde. Die hierfür zulässigen Schlankheiten l_i/h wurden aus Tabelle 2 der „Ergänzungen zu DIN 1045“ durch Interpolation ermittelt. Für Berücksichtigung der Breite b wurde der Wert $M_i = l_i/b$ eingeführt.

Bemessungstafel

$$\sigma_b = 2400 \text{ kg/cm}^2$$



Beispiel 1

Rippendecke, frei aufliegend, $l = 8,00 \text{ m}$, $q = 0,500 \text{ t/m}^2$ max $M = 0,500 \cdot 8,00^2/8 = 4,00 \text{ mt}$ mit $k = 1,0$ und $b = 1,00 \text{ m}$ wird $l_i = 1,0 \cdot 8,00 = 8,00 \text{ m}$ $M_i = 4,00/1,00 = 4,00 \text{ mt}$.

Man sucht in der Tafel die Kurve $M_i = 4,0$ auf und findet in ihrem Schnittpunkt mit der Geraden $l_i = 8,0$ bei $\sigma_b \sim 60 \text{ kg/cm}^2$ die Nutzhöhe min $h = 26 \text{ cm}$.

Beispiel 2

Plattenbalken als Endfeld eines Durchlaufträgers $l = 10,00 \text{ m}$, $q = 1,500 \text{ t/m}$

max $M = 1,500 \cdot 10,00^2/11 = 13,60 \text{ mt}$

mit $k = 0,8$ und $b = 1,50 \text{ m}$ wird $l_i = 0,8 \cdot 10,00 = 8,00 \text{ m}$ $M_i = 13,60/1,50 = 9,10 \text{ mt}$.

Im Schnittpunkt der Kurven $M_i = 9,1$ und $l_i = 8,0$ findet man bei $\sigma_b \sim 80 \text{ kg/cm}^2$ den Wert min $h \sim 29 \text{ cm}$.

Beispiel 3

Balken wie in Beispiel 2, jedoch mit $b = 0,40 \text{ m}$ $M_i = 13,60/0,40 = 34,00 \text{ mt}$.

Die Kurven $M_i = 34,0$ und $l_i = 8,0$ haben keinen Schnittpunkt im Bereich der Tafel. Die ganze M_i -Kurve liegt über der l_i -Geraden, d. h. für jeden möglichen Wert h ist die Schlankheitsbedingung erfüllt. Die kleinste Nutzhöhe wird durch den Schnittpunkt der M_i -Kurve mit der Ordinate $\sigma_{b \text{ zul}}$ bestimmt.

Für B 225: $\sigma_{b \text{ zul}} = 80 \text{ kg/cm}^2$ — min $h = 54 \text{ cm}$

Für B 300: $\sigma_{b \text{ zul}} = 100 \text{ kg/cm}^2$ — min $h = 45 \text{ cm}$

Beispiel 4

Balken wie in Beispiel 2. Gegeben: $M = 13,60 \text{ mt}$, $l_i = 8,00 \text{ m}$. Gesucht: h und b .

Die Schnittpunkte zwischen M_i und $\sigma_{b \text{ zul}}$ liefern verschiedene Werte für h , das zugehörige b ergibt sich aus $b = M/M_i$. Der Schnittpunkt zwischen l_i und $\sigma_{b \text{ zul}}$ bestimmt den Wert min h .

Für B 225: $\sigma_{b \text{ zul}} = 80 \text{ kg/cm}^2$

min $h = 29 \text{ cm}$, $M_i = 10,0 \text{ mt}$, $b = 13,60/10,0 = 1,36 \text{ m}$

$h = 32 \text{ cm}$, $M_i = 12,0 \text{ mt}$, $b = 13,60/12,0 = 1,13 \text{ m}$

$h = 35 \text{ cm}$, $M_i = 14,0 \text{ mt}$, $b = 13,60/14,0 = 0,97 \text{ m}$

$h = 41 \text{ cm}$, $M_i = 20,0 \text{ mt}$, $b = 13,60/20,0 = 0,68 \text{ m}$

Für B 300: $\sigma_{b \text{ zul}} = 100 \text{ kg/cm}^2$

min $h = 31 \text{ cm}$, $M_i = 16,0 \text{ mt}$, $b = 13,60/16,0 = 0,85 \text{ m}$

$h = 35 \text{ cm}$, $M_i = 20,0 \text{ mt}$, $b = 13,60/20,0 = 0,68 \text{ m}$

$h = 39 \text{ cm}$, $M_i = 25,0 \text{ mt}$, $b = 12,60/25,0 = 0,55 \text{ m}$

$h = 49 \text{ cm}$, $M_i = 40,0 \text{ mt}$, $b = 13,60/40,0 = 0,34 \text{ m}$

Vorstehende Beispiele zeigen die Anwendungsmöglichkeiten der Kurventafel, die nach Ansicht des Verfassers ein nützliches Hilfsmittel für die schnelle Bemessung — besonders im Rahmen einer statischen Vorberechnung — darstellt.

Literatur

(1) Runderlaß des Ministers für Wiederaufbau vom 25. 7. 1960, veröffentlicht im Ministerialblatt für das Land Nordrhein-Westfalen, Ausg. A, 13. Jahrg., Nr. 96.

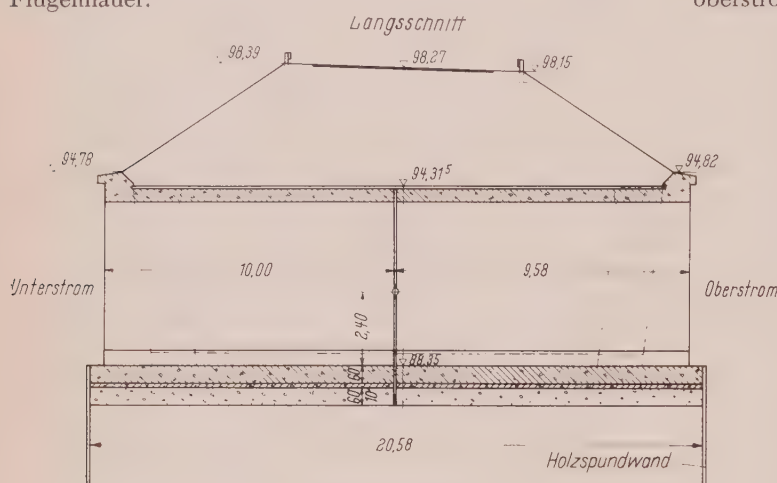
Instandsetzung einer Brücke

Von Dr.-Ing. G. Brandes, München

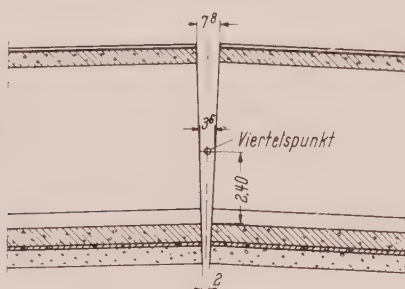
DK 624.21 : 69.059.25

Das in Abb. 1 und 2 dargestellte Stützliniengewölbe wurde im Herbst 1959 ausgeführt, so daß die Betonierung der äußeren Gewölbeabschnitte mit den Flügelmauern im November 1959 als letzte Betonarbeit abgeschlossen werden konnte. Da der Baugrund aus weich-plastischem, wasser-gesättigtem blauen Ton besteht, erhielt das Bauwerk eine durchgehende, stark bewehrte Stahlbetonsohle und eine Umspundung aus 5,00 m langen, hölzernen Spundbohlen. In Straßenachse teilt eine Bewegungsfuge die Brücke in zwei etwa gleiche Hälften mit je einer außen aufsitzenden Flügelmauer.

Am 7. April 1960 begann die Überschüttung der Brücke mit lehmigem Kiesmaterial, das mittels AT 5000 verdichtet wurde. Vorher wurde als Ersatz des gerissenen Fugebandes in der Bewegungsfuge ein Kupferschlaufenblech angebracht, das mittels Aufschießen an beiden Brückenhälften befestigt wurde. Die Überschüttungsarbeiten wurden am 4. Mai 1960 wegen der erheblichen Setzungen und Verschiebungen der Konstruktion vorläufig eingestellt. Die Längsfuge öffnete sich bis zum 4. Mai im Scheitel auf insgesamt 15,1 cm und im Viertelpunkt auf 11,4 cm, danach traten bis 12. Mai keine Bewegungen mehr auf. Die erheblichen Setzungen der Flügelgesimse vergrößerten sich oberstrom in Bachachse und Flügelende A auf 10,6 cm,



Lage am 7.4.1960



Lage am 12.5.1960

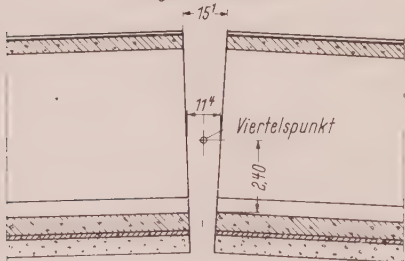


Abb. 1. Längsschnitt und horizontale Öffnung der Fuge.

Noch vor Beginn der Überschüttungsarbeiten sind an der Brücke sowohl Setzungen als auch horizontale Verschiebungen aufgetreten. Bis Anfang April 1960 öffnete sich die Bewegungsfuge im Gewölbescheitel auf 7,8 cm, an der Sohle blieb das Ausführungsmaß von etwa 2 cm erhalten (Abb. 1). Im gleichen Zeitpunkt lagen die Flügel tiefer als die Sollhöhen, und zwar die Flügelenden oberstrom um 5,0 cm, unterstrom um 1,7 bzw. 4,0 cm, während in Bachachse die Flügel oberstrom um 4,3 cm zu tief und unterstrom um 1,2 cm zu hoch waren. Gegenüber der Ausführung waren die Flügelenden vor dem Beginn der Überschüttung, also nur infolge des Eigengewichtes des Bauwerks, oberstrom um etwa 10 cm und unterstrom um etwa 8 cm abgesunken (Abb. 2).

Flügelende B auf 12,0 cm, unterstrom in Bachachse auf 3,7 cm, am Flügelende A auf 6,6 cm und am Ende B auf 9,2 cm (Abb. 2).

Bei Einstellung der Arbeiten war die Überschüttung erst bis etwa 1,50 m unter Oberkante Straßendecke aufgebracht. Zu diesem Zeitpunkt wurde der Verfasser vom Bauherrn mit der Gelegenheit betraut und um Stellungnahme zum Vorschlag gebeten, die Kiesüberschüttung durch Zement einspritzung zu versteinern, um Bauwerksflügel vom Erddruck zu entlasten und so ein weiteres Öffnen der Fuge zu vermeiden.

Die vorliegenden Messungen reichen wie immer in solchen Fällen nicht aus, um eine Sicherheit zutreffende Erklärung über die aufgetretenen Bewegungen abzugeben. Vor allen fehlen Höhenmessungen über den Bauwerksstand im November 1959 und über die Höhenbewegungen des Gewölbescheitels an der Fuge. Die folgenden Ausführungen haben aber eine Wahrscheinlichkeit für sich.

Von November 1959 bis Anfang April 1960 hatte jede Bauwerkshälfte eine gleichmäßige Lastung durch das Gewölbe und eine exzentrische Lastung durch die Flügel. Die Flügel drückten die Querrichtung außen liegenden Bauteile stärker auf den Boden, wodurch sich die Fuge oben öffnete, während sie unten zusammenblieb. Als Nebenerscheinung zeigte sich infolge des Gewichtes auskragenden Flügelenden eine Aufwölbung verhältnismäßig schwachen Sohle in Längsrichtung, so daß die Flügelenden größere Setzungen aufwiesen als die Flügelmitten. Vor Beginn der Überschüttungsarbeiten war das Bauwerk in dem vorstehend beschriebenen Zustand wahrscheinlich zur Ruhe gekommen. Durch die Überschüttung erhielt nun jede Bauwerkshälfte eine Zusatzlast, die an der Fuge am größten ist und nach außen auf 0 abnimmt. Daraus ergab sich eine erneute Setzung. Diese hätte ein Schließen der Fuge im Scheitel ergeben können, wenn nicht gleichzeitig durch die Überschüttung ein Seitendruck auf die Flügel infolge aktiven Erddrucks aufgetreten wäre und ein evtl. Schließen der Fuge darüber hinaus noch passiven Erddruck hervorgerufen hätte. Es mußte sich also mindestens ein Offenbleiben der Scheitelfuge, wahrscheinlich aber eine Vergrößerung zeigen bei gleichzeitigem Aufgehen der Fuge in der Sohle. Tatsächlich ergibt die Schüttung eine Öffnung der Fuge im Scheitel um $15,1 - 7,8 = 7,3$ cm und im Viertelpunkt trotz des Gleitwiderstandes in der Sohle — um $11,4 - 7,8 = 3,6$ cm.

Nach Lage der Dinge mußten Maßnahmen ergriffen werden, um eine Fertigstellung der Überschüttung zu ermöglichen, ohne daß weitere Bewegungen der beiden Bauwerkshälften gegeneinander auftraten. Weitere Setzungen unter der zusätzlichen Last waren zu erwarten und zu vermeiden. Die Zement einspritzung in die Kiesüberschüttung hätte zwar den Erddruck auf die Flügel,

Es gab aber nur eine Ursache für das weitere Öffnen der Fuge: Die seitliche Verschiebung. Voraussichtlich hätte die höhere Überschlüttung in der Mitte an der Fuge größere Setzungen als an den Enden ergeben und damit trotz der Verfestigung eine weitere Öffnung der Fuge in ihrem unteren Teil. Außerdem sind bei solchen Bewegungen in dem verfestigten, spröden Überschlüttungsmaterial Risse zu erwarten, die sich in der Straßendecke bemerkbar machen. Der Versteiger schlug daher vor, den Kräften, die die Bewegungen verursachen, durch Einleitung zusätzlicher Kräfte zu begegnen.

Querschnitt

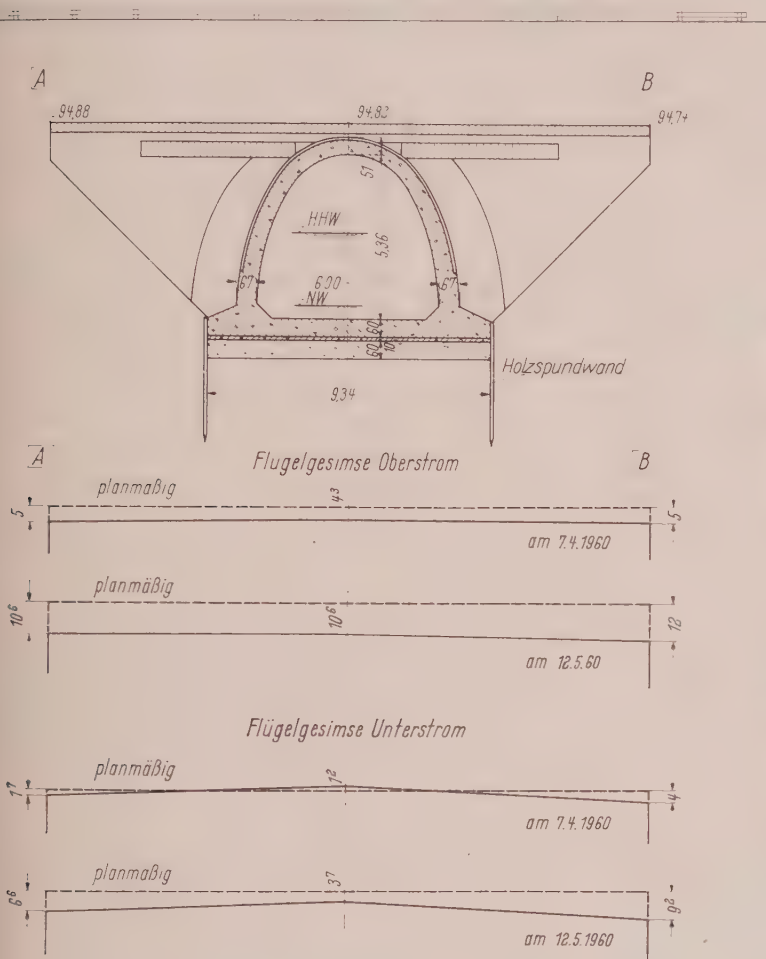


Abb. 2. Querschnitt und vertikale Bewegungen der Oberkanten der Flügel.

Die beiden Brückenhälften durch Vorspannstahl gegeneinander zu drücken. Während zunächst an eine provisorische, später abnehmbare Konstruktion gedacht war, wurden die Spannglieder auf Wunsch des Bauherrn fest eingebaut und im Bauwerk belassen.

Falls in die Fuge keine Fremdkörper eingedrungen wären, die die Spannkraft von einem Bauwerksteil auf den anderen übertragen, mußte diese von den Flügeln aufgenommen und über den Erdkörper der Überschlüttung ausgeglichen werden. Die Größe der Vorspannkraft mußte etwa mit dem 1,3fachen Wert des Erddrucks auf die Fuge begrenzt werden.

Während der restlichen Überschlüttung war mit der Möglichkeit von Bewegungen zu rechnen. Daher kam zunächst nur eine Vorspannung ohne Verbund in Betracht, mit der Stahl den Bewegungen nachkommen konnte. Man durfte die zulässige Spannung des Stahles nicht genutzt werden, damit eine evtl. Öffnung der Fuge nicht zum Zugbruch im Stahl führte. Bei etwa 20 m Spannweite entspricht einer Dehnung um 1,0 cm eine Spannung von etwa 1000 kg/cm².

Außerdem mußte der Stahl mit geringen baulichen Änderungen angebracht werden können und die Konstruktion durfte den Durchfluß nicht behindern. Zur Anwendung kamen Rundstähle St 125/140 Φ 12,2 mm des Spannfahrers „Monierbau“ in Bündeln zu je 3 Stück. Hiervon wurden im Gewölbescheitel 6 Bündel mittig und über der Sohlplatte $2 \times 2 = 4$ Bündel seitlich angebracht. Die Bündel im Scheitel lagen je zur Hälfte über bzw. unter dem Gewölbe und wurden in einer Konstruktion verankert, die nach außen als Gewölbe-Schlußstein in Erscheinung tritt.

Die Bündel über der Sohle wurden in horizontalen Balken verankert, die gegen die Sohlplatte drücken (Abb. 3). Bei evtl. auftretenden Bewegungen hätte man die Konstruktion längere Zeit ohne Auspressen der Spannbündel stehenlassen müssen. Daher wurden die Spannstähle mit Bitumen als Korrosionsschutz gestrichen und außerhalb

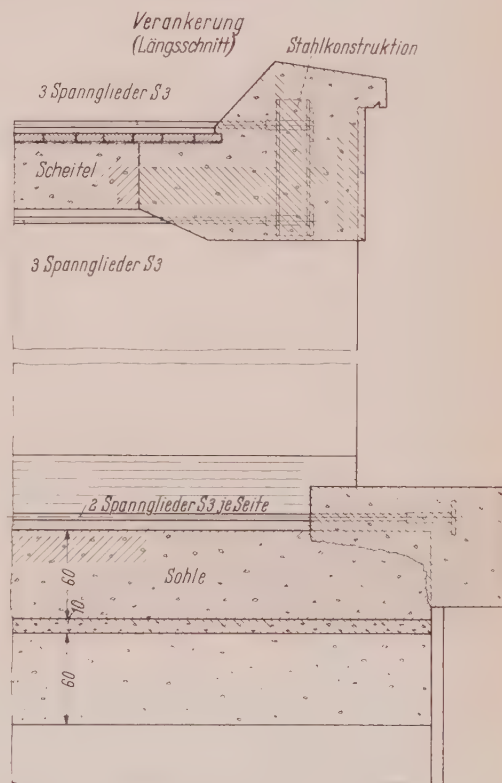


Abb. 3. Längsschnitt und Verankerung der Spannglieder an Scheitel und Sohle.

der Verankerungsquerschnitte in verzinkten Wasserleitungsrohren verlegt. Zur Durchführung der Arbeiten wurde der Durchlaß beiderseits durch Fangedämme gesichert, leerpumpend und das Wasser durch eine Kastenrinne durchgeleitet. Vorgespannt wurde mit 105 t im Scheitel und 70 t an der Sohle. Das entspricht $\frac{2}{3}$ der zulässigen Spannkraft. Hierbei ergab sich eine Zusammendrückung der Fuge oben um 0,2 cm und unten um 0,15 cm. Beim Aufbringen der restlichen Überschlüttung änderte sich die Breite der Fuge nicht, obwohl auch jetzt wieder die Verdichtung mit einem AT 5000 erfolgte. Die erneuten Setzungen an den Flügeln ergaben sich zu etwa 5 cm oberstrom und zu etwa 3 cm unterstrom.

Anschließend wurden die Bündel in den Wasserleitungsrohren und den Verankerungsquerschnitten mit dem üblichen Injektionsmörtel ausgepreßt. Seit Anfang November 1960 konnte der bis dahin umgeleitete Verkehr über die Brücke geführt werden. Die Instandsetzungsarbeiten für das von einer anderen Firma erstellte Bauwerk wurden von der Beton- und Monierbau AG, Niederlassung München, durchgeführt.

Bremskraftableitung bei Brücken

Von Dr. techn. Felix Cichocki, Graz

DK 624.21.094.3 : 624.042.3 : 62 - 567.2

I. Allgemeines

Balkenbrücken haben im allgemeinen ein festes und ein oder mehrere bewegliche Lager je Hauptträger, wobei das feste Lager auch dazu dient, die in Brückenlängsrichtung auf das Tragwerk einwirkenden Kräfte in den Unterbau zu übertragen. Diese Längskräfte können, den Vorschriften gemäß, ganz bedeutende Werte annehmen. Besonders bei Eisenbahnbrücken, für welche bei der Berech-

Derzeit befinden sich in Österreich 2 Großbrücken Bau. Die Europabrücke im Zuge der Autobahn Innsbruck-Brenner mit einer Überquerung des Silltales¹, und eine eingleisige Eisenbahnbrücke über die Drau in Kärnten im Zuge der neu zu erbauenden Bahnlinie, der sogenannten Jauntalbahn. In der Abb. 1 ist die Längsansicht und der Querschnitt dieser Brücke dargestellt, welche als Vollwaldbalken ausgeführt wird. Bei beiden Brücken war die Ableitung der längsgerichteten Kräfte über die Mittelpfeiler geplant. Die elastischen Pfeiler der Jauntalbrücke erleiden

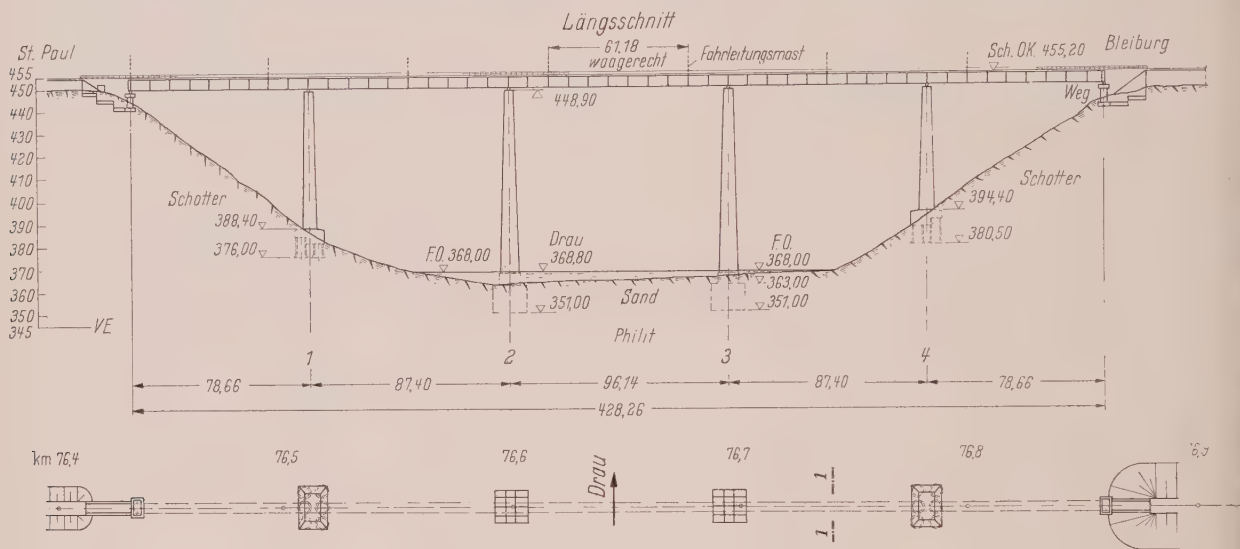


Abb. 1 a. Draubrücke, Längsansicht.

nung anzunehmen ist, daß der auf der Brücke fahrende Lastenzug bremst oder anfährt und zwischen Rad und Schiene ein Reibwert von $\mu = 0,125$ vorhanden ist. Bei Brücken, wie sie heute bei Autobahnen, aber auch bei Talüberquerungen der Eisenbahnen vorkommen, ergeben sich Kräfte von einigen 100 t.

Es sind aber nicht nur Kräfte in den Unterbau abzuleiten, es muß dabei auch die freie Ausdehnung des Tragwerkes gewährleistet bleiben. Die dann für die Fahrbahn erforderlichen Dilatationen sind ein Konstruktionsteil, mit dem sich die Brückenbauer immer wieder befassen. Naturgemäß werden die Konstruktionen um so umfangreicher und teuer, je größer der erforderliche Spielraum für die Bewegung ist. Wir haben in Mitteleuropa mit einer Temperaturdifferenz von $\pm 35^\circ$ zu rechnen, was ganz überschlägig je m Brücke einen Spalt von 1 mm ergibt. Bei Eisenbahnbrücken treten an Stelle der Fahrbahnübergänge Schienenauszugsvorrichtungen. Diese ergeben zwangsläufig Veränderungen der Spurweite, so daß es auch hier zweckmäßig ist, die Bewegung auf ein Mindestmaß zu beschränken. Bei Talbrücken mit mehreren Pfeilern und den darauf liegenden Brückenträgern ist man deshalb dazu übergegangen, das feste Lager nicht an einem Brückenende anzuordnen, sondern einen oder mehrere Pfeiler in der Mitte der Brücke mit festen Lagern zu versehen. Damit werden die Bewegungen an den Brückenenden etwa halbiert und es wird in Kauf genommen, daß die Bremskräfte an einer sehr ungünstigen Stelle abgeleitet werden müssen. Sobald nicht einer, sondern mehrere Pfeiler herangezogen werden, sind die je Pfeiler abzuleitenden Kräfte zwar kleiner, die Pfeiler erhalten jedoch aus der Temperaturdehnung des zwischen ihnen liegenden Brückenteiles Biegebeanspruchungen. Bei den üblichen schlanken Ausführungen der Pfeiler in Stahlbeton ist die erforderliche Elastizität meist vorhanden, aber die Kraftableitung nur mit zusätzlicher Bewehrung und größeren Fundamenten zu erkaufen.

durch die horizontale Belastung von rd. 360 t als no- gemäßer Bremskraft eine zusätzliche Ausbiegung von 100 mm, so daß die Ausdehnung von rd. ± 90 mm an Enden aus Temperatur noch um ca. ± 100 mm vergrößert worden wäre.

¹ Siehe Stahlbaurundschau (1959) H. 2.

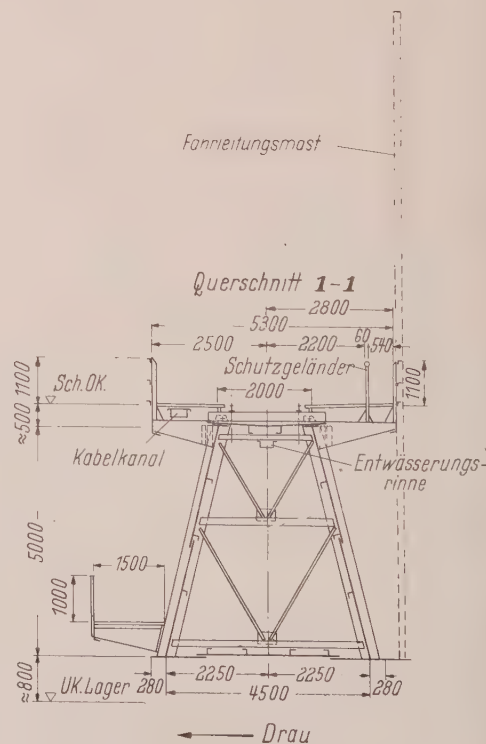


Abb. 1 b. Draubrücke, Querschnitt.

Dies war der Anlaß, nach einer neuen Konstruktion für die Kraftüberleitung zu suchen.

2. Ölhydraulische Bremslager

Das Prinzip der ölhydraulischen Bremslager besteht nach Abb. 2 aus zwei in den Widerlagern verankerten hydraulischen Zylindern, welche durch die mit der Brücke verbundenen Kolben in zwei gleich große Kammern geteilt werden. Die Kammern werden wechselseitig durch Leitungen verbunden, wie es in der Abbildung angedeutet ist. Bei der praktischen Ausführung ist es zweckmäßig, die Leitungen durch den Kolben zu legen bzw. den Kolben und die Kolbenstange zu durchbohren. Auf diese Weise können die Leitungen auf der Brücke fix verlegt werden.

Die Wirkungsweise ist so, daß bei einer Längsänderung des Brückentragwerkes die Kolben in den Zylindern verschoben werden. Sie können sich aber nur so bewegen, daß die von einer Seite verdrängte Ölmenge in die Kammer am anderen Brückenende fließt. Das geht nur, wenn die Verschiebung symmetrisch zur Brückenmitte erfolgt.

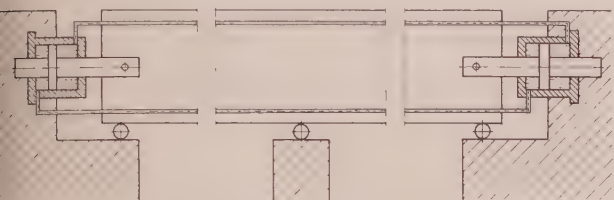


Abb. 2. Prinzipskizze eines Bremszylinders.

Wirken auf das Tragwerk Kräfte in Längsrichtung der Brücke und hätte die Brücke das Bestreben, sich unter diesen Kräften in Längsrichtung zu verschieben, so wird die hydraulische Flüssigkeit in den Zylindern an beiden Seiten zusammengedrückt und durch die Rohrverbindung erfolgt ein Druckausgleich, so daß die Längskraft zu gleichen Teilen auf die Widerlager übertragen wird. Der Einbau der Zylinder bringt also 2 Vorteile:

- a) Aufteilung der Bewegung je zur Hälfte auf beide Brückenenden mit gleichen Fahrbahnübergängen
- b) Belastung beider Widerlager nur mit der halben in Brückenlängsrichtung wirkenden Kraft.

Außerdem ist zu beachten, daß die Bewegungen aus Temperatur, welche ein Fließen einer gewissen Ölmenge durch die Leitung bedingen, nur langsam erfolgen, während die rasch einsetzende Bremskraft nur Druck aber keine Bewegung der Flüssigkeit zur Folge hat. Es ist deshalb auch nicht von Bedeutung, wenn das für die Füllung verwendete Öl bei starken Kältegraden dickflüssig wird.

In der konstruktiven Durcharbeitung der geschilderten Anlage ergibt sich ein sehr zu beachtender Gesichtspunkt. Die mögliche Wartungsfreiheit und Sicherheit sowie keine elastischen Bewegungen zu haben, erwies es sich als zweckmäßig, die ganze Anlage geschlossen, d. h. ohne Windsessel, Armaturen o. ä. zu entwerfen. Bei -25°C sollen Zylinder und Rohrleitungen mit Öl drucklos gefüllt sein. Daraus folgt bei höherer Temperatur ein gewisser Innen-

druck. Für die kubische Ausdehnung des Öles bei Erwärmung von -25° auf $+45^{\circ}$ konnte keine eindeutige Größe festgestellt werden. In den Taschenbüchern sind Werte von $\beta = 0.0006 - 0.0008$ zu finden. Die Zusammendrückbarkeit des Öles beträgt etwa 0.00006 je Atmosphäre. Damit errechnet sich bei den gewählten Verhältnissen und mit Berücksichtigung der Ausdehnung von Zylinder und Rohrleitungen ungünstigstenfalls ein Innendruck von etwa 800 atü bei maximaler Temperatur. Der aus der Bremskraft herrührende Druck im Zylinder beträgt demgegenüber nur etwa 200 atü. Wenn es auch ohne weiteres möglich ist, einen hydraulischen Zylinder auf diese Drücke zu bemessen, werden doch noch Wege gesucht, um den Druck der durch die Ausdehnung des Öles entsteht, herabzumindern.

Die Verankerung des Bremszylinders im Widerlager erfolgt mit hochfesten Spanngliedern, mit welchen der Kolben gegen eine im Widerlager befindliche Betonscheibe gepreßt wird, so daß auch Zugkräfte übertragen werden können.

3. Anwendung bei Hängebrücken

Das Problem der Festlegung eines Brückentragers spielt auch im Bau von Hängebrücken eine besondere Rolle. Erstens werden Hängebrücken aus wirtschaftlichen Gründen nur bei großen Spannweiten ausgeführt, andererseits spielt die Frage der Festlegung des Versteifungsträgers auch für die Statik der Brücken eine besondere Rolle. Bei unsymmetrischer Belastung verschiebt sich das Tragkabel aus der Symmetrielage und der Versteifungsträger muß festgehalten werden, um sich nicht in Brückenlängsrichtung in eine neue Gleichgewichtslage einzustellen. Hier wäre eine Fixierung des Versteifungsträgers symmetrisch zur Brückenmitte besonders wertvoll, da bei Lagerung in einem Pylon, der bisher üblichen Ausführung, durch die Temperaturänderung des Versteifungsträgers das Kabel aus seiner Mittellage gezogen wird. Gleichzeitig würde mit der angegebenen Ausführung eine symmetrische Belastung der Pfeiler mit kleineren Kräften erreicht. Dies ist bei den schwierigen Gründungsverhältnissen, wie sie bei solchen Brückenpfeilern immer anzutreffen sind, ein beträchtlicher Vorteil.

4. Schlußbetrachtung

Zweifelloos ist es zunächst ungewohnt, bei Brücken eine Konstruktion einzubauen, die einer maschinellen Anlage ähnlich sieht. Deshalb werden bei der Jauntalbrücke die Pfeiler so bemessen, daß sie die Bremskraft aufnehmen und ein nicht Funktionieren der Bremslager keine Überbeanspruchungen hervorruft. Die Widerlager sind bei dieser Brücke so groß, daß die Aufnahme der halben Bremskraft ohne Massenvergrößerung möglich ist. So wird die Anlage zunächst nur zur Verminderung der Verschiebungen an den Brückenenden verwendet, ohne die wirtschaftlichen Vorteile auszunützen. Nach Fertigstellung der Brücke wird die Anlage durch Bremsversuche geprüft werden und dann ihre Brauchbarkeit im Laufe der Zeit zu erweisen haben. Ist dies der Fall, werden sich bei zukünftigen Fällen auch wirtschaftliche Vorteile erzielen lassen.

Elementarer Beweis des erweiterten Maxwell'schen Vertauschungssatzes

Von Mok-Kong Shen, München

K 624.042 : 531.213 : 512.962

Mittels Dyadenrechnung hat der Verfasser den Maxwell'schen Vertauschungssatz, der eine Aussage über die skalare Größe der Komponente der gegenseitigen Verschiebungen in der Richtung der einwirkenden Kräfte war, in gleichermaßen vektoriell erweitert [1]:

Es gibt, unter Voraussetzung der Gültigkeit des Superpositionsprinzips, für die gegenseitigen Verschiebungen δ_{21} und δ_{12} zweier Punkte (2 und 1) an einem starr gestützten Körper, verursacht durch die Kräfte P_1 und P_2 , drei Paare ausgezeichneten Richtungen, welche mit den genannten

ten Punkten als Ursprung zwei rechtwinklige Raumachsensysteme bilden, die wir Hauptvertauschungsrichtungssysteme nennen wollen, mit den folgenden Eigenschaften:

1. Die durch zwei gleich große, in einem und demselben Paar von Hauptvertauschungsrichtungen liegende Kräfte P_1 und P_2 verursachten Verschiebungen δ_{21} und δ_{12} liegen in denselben Richtungen und sind von gleicher Größe.

2. Die durch zwei gleich große, diesen Systemen gegenüber räumlich ähnlich zugeordnete Kräfte P_1 und

¹ Hierunter verstehen wir, daß die Kraft P_1 hinsichtlich des Hauptachsensystems im Punkte 1 dieselben Richtungskosinus besitzt wie die Kraft P_2 des Hauptachsensystems im Punkte 2.

P_2 verursachten Verschiebungen δ_{21} und δ_{12} sind ebenfalls diesen Systemen ähnlich zugeordnet und von gleicher Größe.

In der vorliegenden Arbeit soll ein Beweis dieser Behauptung erbracht werden, der viel elementarer ist als der ursprüngliche. Dadurch läßt sich der erweiterte Maxwell'sche Satz leicht in den Rahmen der elementaren Baustatiklehre einpassen.

Es sei $P_1 (= 1)$ eine Kraft im Punkt 1 und δ_{21} die von ihr verursachte Verschiebung des Punktes 2 (Abb. 1). Im Punkt 2 lassen wir eine Kraft $P_2 (= 1)$ in der Richtung von δ_{21} angreifen; es sei δ_{12} die von P_2 verursachte Verschiebung des Punktes 1.

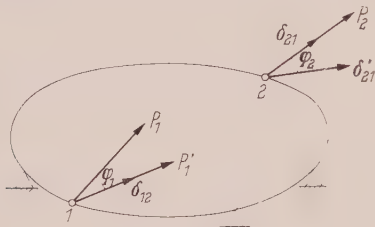


Abb. 1.

Stimmt die Richtung von δ_{12} mit der Richtung von P_1 überein, so haben wir bereits ein Paar von Hauptvertauschungsrichtungen gefunden, nämlich die von P_1 und P_2 , da diese Richtungen die erste der behaupteten Eigenschaften besitzen ($\delta_{12} = \delta_{21}$ folgt aus dem Maxwell'schen Satz). Andernfalls gilt nach dem Maxwell'schen Satz:

$$1 \cdot \delta_{21} = 1 \cdot \delta_{12} \cdot \cos \varphi_1 \quad (\varphi_1 \neq 0)$$

(1)

In diesem letzten Fall lassen wir eine Kraft $P_1' (= 1)$ im Punkt 1 in der Richtung von δ_{12} angreifen. Es sei δ_{21}' die von ihr verursachte Verschiebung des Punktes 2. Stimmt die Richtung von δ_{21}' mit der Richtung von P_2 überein, so haben wir ein Paar von Hauptvertauschungsrichtungen ge-

funden, nämlich die von P_1' und P_2 . Andernfalls gilt nach dem Maxwell'schen Satz:

$$1 \cdot \delta_{12} = 1 \cdot \delta_{21}' \cdot \cos \varphi_2 \quad (\varphi_2 \neq 0)$$

Aus (1) und (2) bekommen wir:

$$\delta_{21}' > \delta_{12} > \delta_{21}$$

Unser Verfahren ermöglicht es, uns durch Wiederholung eines Paares von Hauptvertauschungsrichtungen unbegrenzt anzunähern; denn wäre dies nicht der Fall, so würde (3) die Verschiebung δ_{21} des Punktes 2, verursacht durch eine Kraft $P_1 (= 1)$ im Punkt 1, über alle Grenzen wachsen, was offenbar für einen stabil gestützten Körper unmöglich ist.

Es seien i und i' das so gefundene Paar von Hauptvertauschungsrichtungen. Wir betrachten jetzt solche Kräfte $P_{1(n)} (= 1)$ und $P_{2(n)} (= 1)$, die in den Normalebenen zu i und i' liegen. Nach dem Maxwell'schen Satz müssen die entsprechenden Verschiebungen δ_{21} und δ_{12} auch in diesen Normalebenen liegen, da $P_{1(n)}$ keine Komponente in der Richtung von i und $P_{2(n)}$ keine Komponente in der Richtung von i' hat. Mit dem gleichen Verfahren, wie wir oben benutzt haben, kann man nun leicht zeigen, daß es in den Normalebenen zu i und i' ein Paar von Hauptvertauschungsrichtungen gibt, die wir mit j und j' bezeichnen wollen.

Schließlich ist nach dem Maxwell'schen Satz klar, daß k und k' , welche mit i und j bzw. i' und j' rechtwinklig Achsenkreuze bilden, ebenfalls ein Paar von Hauptvertauschungsrichtungen sind.

Damit ist die Existenz von Hauptvertauschungsrichtungen mit der ersten Eigenschaft bewiesen. Die zweite behauptete Eigenschaft leitet man einfach aus der ersten ab, indem man die Kräfte P_1 und P_2 in die Hauptvertauschungsrichtungen zerlegt.

Literatur

1. M. K. Shen: Eine Erweiterung des Maxwell'schen Vertauschungssatzes. Ing.-Arch. 27 (1959/60) H. 5.

Die Ermittlung der Einspannmomente infolge Vorspannung an Rändern, parallel zur Spanngliedführung

Von Dipl.-Ing. E.-A. Rose, Hannover

Allgemeines

Bedingt durch die Berechnungsschwierigkeiten bei der Ermittlung der Einspannmomente an parallel zur Spanngliedführung liegenden Rändern werden vielfach die zur Abminderung der Torsionsbeanspruchung und für die Lastverteilung erforderlichen Querträger von der Fahrbahnplatte getrennt (s. Abb. 1). Hierdurch werden die Querträger in sehr starkem Maße ihrer Wirksamkeit beraubt. Es soll deshalb nachfolgend ein Weg aufgezeigt werden, der es gestattet, diese Momente mit relativ geringem Rechenaufwand zu ermitteln. Soweit möglich, werden stets wiederkehrende Rechenoperationen durch allgemeine Formeln ersetzt.

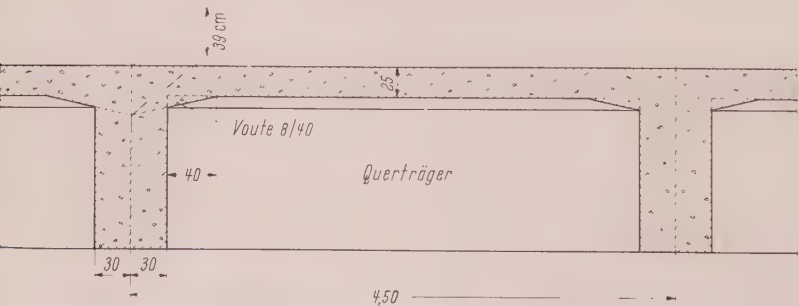


Abb. 1. Brückenquerschnitt mit einem von der Fahrbahnplatte gelösten Querträger.

Berechnungsgrundlagen

Die Berechnung des Stützmoments erfolgt nach der Methode der Umlenkkräfte. Hiernach werden die Umlenkkräfte ermittelt und damit die Einflußflächen von Punkt 1 ausgewertet. Für die hierbei durchzuführenden Rechenoperationen ist die maßgebende Einflußfläche von Punkt 1 (Tabelle 1 in [1]) in nachfolgender Tabelle 1 angegeben. Für wichtige, bei der Umlenkkräftemethode vorkommende Lastfälle ist ferner die Einflußfläche für wichtige Belastungen in allgemeiner Form ausgewertet worden. Abb. 2 zeigt die Auswertung der Einflußlinie für Strecklasten von der Größe 1 auf Parallelen zur y -Achse in Abhängigkeit von x/L . In Abb. 3 wurde die Auswertung der Einflußfläche für konstante Streifenlasten von der Größe 1 auf Parallelen zur y -Achse in Abhängigkeit von x/L dargestellt.

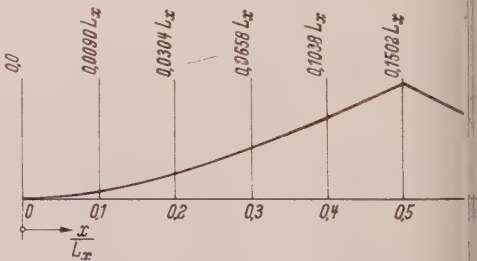


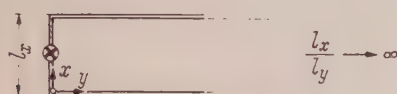
Abb. 2. Quereinflußlinie für das Stützmoment M_y Strecklasten parallel zum y -Rand.

Tabelle 1. Einflußfläche

Aufpunkt in $x = 0,5 \quad y = 0.$

x/l_x

	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
0	0	0	0	0	0	0,3184
0,1	0	0,0036	0,0016	0,0458	0,1391	0,3025
0,2	0	0,0111	0,0438	0,1094	0,2089	0,2308
0,3	0	0,0199	0,0569	0,1293	0,1950	0,2249
0,4	0	0,0219	0,0569	0,1194	0,1616	0,1811
0,5	0	0,0147	0,0497	0,0947	0,1214	0,1333
0,6	0	0,0096	0,0378	0,0677	0,0864	0,0935
0,7	0	0,0060	0,0239	0,0458	0,0589	0,0617
0,8	0	0,0028	0,0131	0,0259	0,0358	0,0386
0,9	0	0	0,0056	0,0139	0,0199	0,0219
1,0	0	—	0,0	0,0060	0,0099	0,0107
1,1	0	—	—	0,0	0,0020	0,0040
1,2	0	—	—	—	—	—



getragen. Die obigen Angaben werden durch die Auswertung der Einflußfläche für eine konstante Gleichlast kontrolliert. Hierfür erhält man durch numerische Integration der in Abb. 2 gegebenen Kurve bzw. durch Addition der in Abb. 3 angegebenen Einflußwerte

$$M_{ye} = 0,05682 p \cdot l_x^2,$$

Ch Czerny [2] erhält man für

$$l_y/l_x \rightarrow \infty M_{ye} = 0,057 p \cdot l_x^2.$$

Die Umlenkraftmethode wird besonders einfach, wenn die Vorspannkraft über die ganze Stützweite l_x konstant ist. In diesem Falle sind die Umlenkkräfte von der Lage des Spanngliedes im Betonquerschnitt unabhängig.

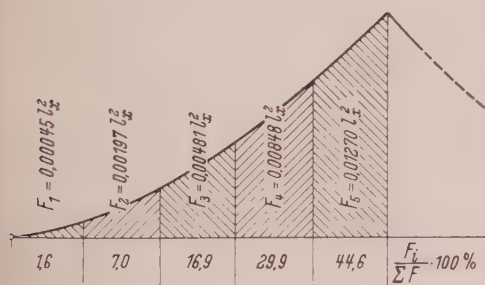
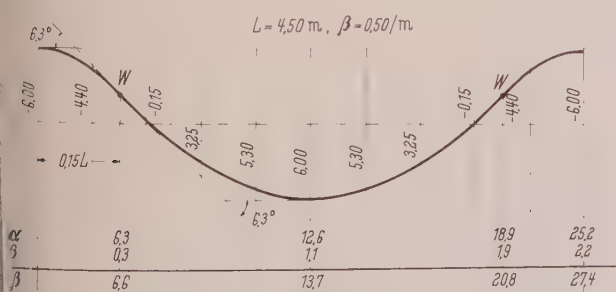


Abb. 3. Teilflächenauswertung für streifenweise konstante Gleichlast.

Im Brückenbau ist nun für die meisten vorkommenden Fälle die Bedingung $V = \text{konst.}$ hinreichend erfüllt, so daß die Umlenkraftmethode für veränderliche Vorspannkraft ohne weiterer ausführlicher Erörterung bedarf. Es sei auf die einschlägige Fachliteratur verwiesen. Der Fall $V \neq \text{konst.}$ wird in [2] behandelt.



Bei mathematisch definierten Spanngliedverläufen ergibt sich die Umlenkkräftebelastung aus den Beziehungen

$$\left. \begin{aligned} P v &= V \cdot Z' \\ q v &= -V' Z'' \end{aligned} \right\} V = \text{konst.}, \quad (3)$$

jedoch wird man im allgemeinen für die praktische Rechnung gezwungen sein, mit den entsprechenden Differenzenquotienten (Bezeichnungen siehe Abb. 7)

$$Z'_i = \frac{Z_{i+1} - Z_{i-1}}{2 \Delta}, \quad Z''_i = \frac{Z_{i+1} - 2 Z_i + Z_{i-1}}{\Delta^2} \quad (4)$$

numerisch zu arbeiten.

Für eine ausreichend genaue Ermittlung der Umlenkkräfte nach den Beziehungen (3) bzw. (4) müssen die Wendepunkte der Spanngliedführung bekannt sein. Die Genauigkeit der Ermittlung derselben richtet sich lediglich danach, in welchem Bereich der Quereinflußlinie (Abb. 2) sich dieser befindet. Diese wird im allgemeinen nicht sehr groß sein müssen, so daß eine graphische Festlegung ausreichend ist. Für den Fall $V = \text{konst.}$ sei in Abb. 8 noch

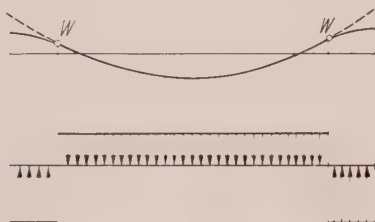


Abb. 8. Umlenkkräfte für ein mehrfach gekrümmtes Spannglied für $V = \text{konst.}$

der Verlauf der Umlenkkräfte bei einem mehrfach gekrümmten Spannglied angegeben, so daß sich ebenfalls rein rechnerisch die Lage der Wendepunkte leicht angeben läßt. (Näheres siehe nachfolgendes Beispiel.)

Die Größenordnung der Momente M_{ye} infolge Quervorspannung

Der Spanngliedverlauf ist in Abb. 4 gegeben. In der Tabelle 2 ist er bezogen auf eine willkürliche Abszisse mit

Tabelle 2.

K	100 Z	$Z_{i+1} - 2 Z_i + Z_{i-1}$	$\frac{Z_{i+1} - 2 Z_i + Z_{i-1}}{\Delta^2}$	$q v = Z'' \frac{V_m}{V_{A1}}$
0°	-4,40			
0	-6,0	+3,20	+15,8	0,129
1	-4,40	+3,20	+15,8	0,192
1°	-0,40			
2°	-5,0			
2	-0,15	-1,35	-6,65	-0,055
3	+3,25	-1,35	-6,65	-0,055
4	+5,30	-1,35	-6,65	-0,055
5	+6,00	-1,40	-6,90	-0,056
5°	+5,30			

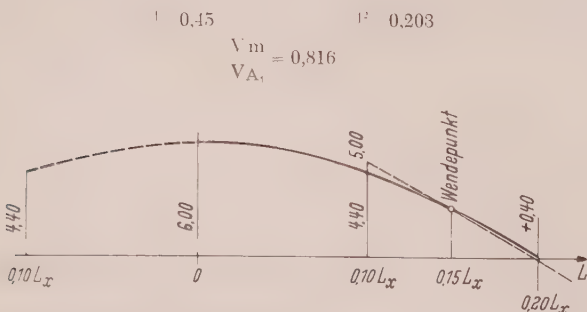


Abb. 9. Verlängerung der Kurvenäste über den Wendepunkt hinaus.

z bezeichnet und eingetragen. In Abb. 9 sind ferner die Kurvenäste bei den Wendepunkten skizziert, die sich durch

Verlängerung der vorhandenen Kurvenläufe über Wendepunkt hinaus ergeben. Die sich hierfür an den Wendepunkten ergebenden Ordinaten z sind in den Reihen der Punkte einen Sternindex besitzen, eingetragen.

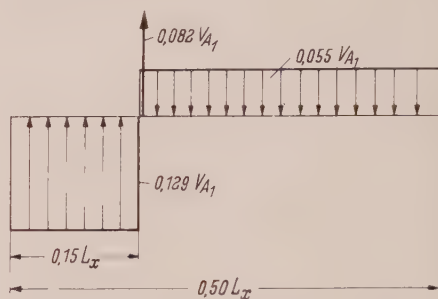


Abb. 10. Ermittelte Umlenkkräftebelastung.

Berechnung ist nach der Beziehung (4) durchgeführt. auf diese Weise erhaltene Umlenkbelastung ist in Abb. 10 eingetragen. Aus der Voute erhält man (Abb. 1)

$$P v = + \frac{0,39 - 0,25}{2 \cdot 0,70} \cdot 0,816 = 0,082,$$

mithin wird

$$1/2 M_{ye} =$$

$$\begin{aligned} & -0,055 \cdot 4,50^2 \left\{ \begin{array}{l} 0,01270 \\ 0,00848 \\ 0,00481 \\ \frac{1}{2} 0,00250 \end{array} \right\} - 0,0303 \\ & + 0,129 \cdot 4,50^2 \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{2} 0,00144 \\ 0,00045 \end{array} \right\} + 0,0031 \\ & + 0,082 \cdot 0,0197 \cdot 4,50 + 0,0073 \\ & M_{ye} = 0,0379 \cdot V_{A1} \quad (\text{siehe Abb. 1}) \end{aligned}$$

Der Einfluß der Schwerlinienablenkungen infolge Vouten am Querträger

Das oben ermittelte Moment wird nun im allgemeinen bei weitgespannten Brücken wegen des geringen Ablenkungsmaßes am Stützmoment aus Verkehrslast für Plattenbemessung am Stützenquerträger nicht ausreichen, die auftretenden Spannungen innerhalb der zulässigen von DIN 4227 zu halten.

Ordnet man am Querträger eine Voute an, so wird sich aus der hierdurch bedingten Schwerlinienablenkung und des Vorspannzustandes in Brückenlängsrichtung

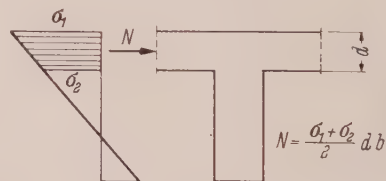


Abb. 11. Skizze zur Berechnung der Kraft N im Voutenbereich.

falls eine singuläre Streckenlast. Diese erstreckt sich parallel zum Untersuchten Rand. Die maßgebende N -Kraft ergibt sich aus Abb. 11 zu

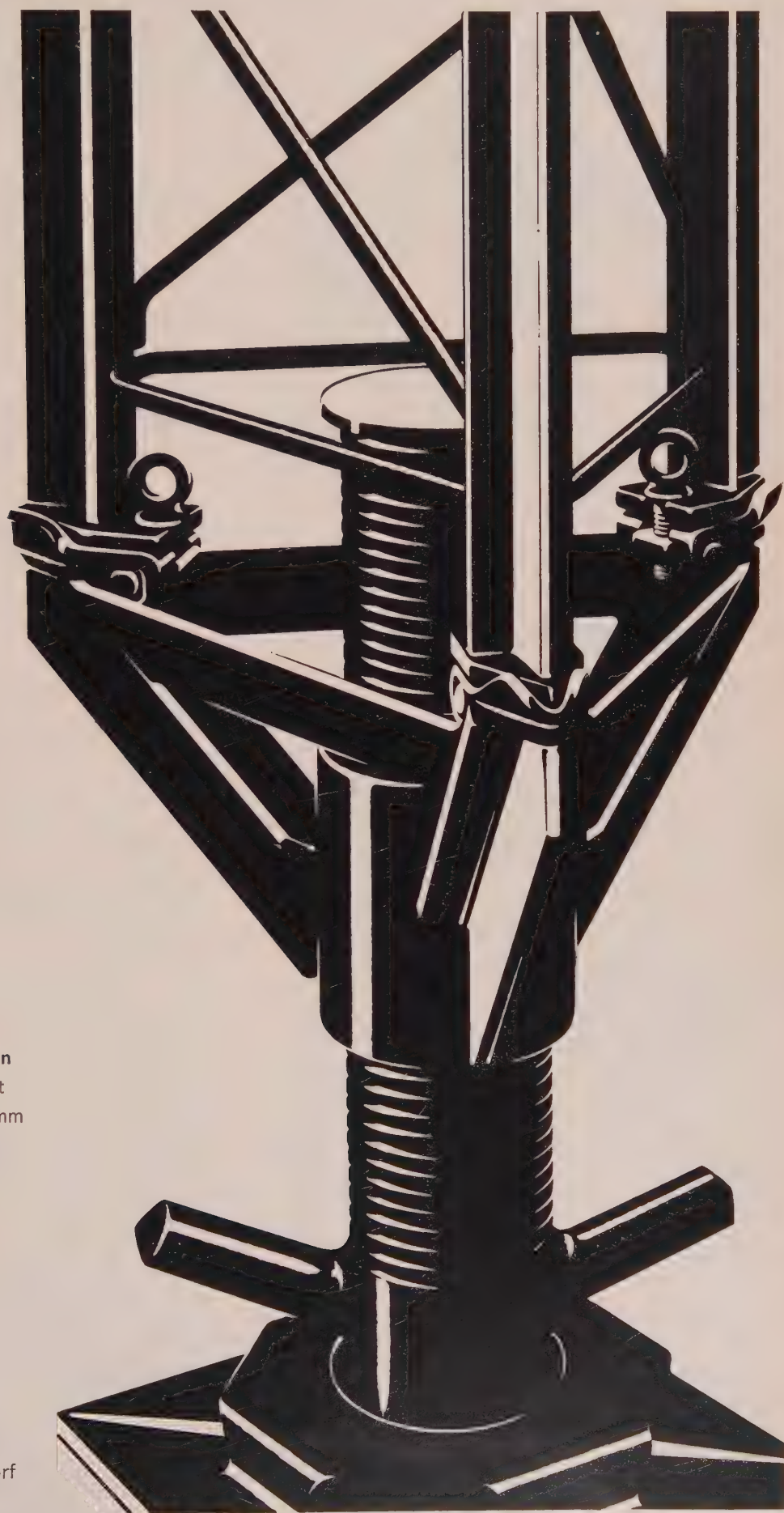
$$N = \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2} d \cdot b.$$

Das aus einer Schwerlinienablenkung herrührende Spannungsmoment erhält man aus der Beziehung

$$M = P v \cdot \Phi i,$$

wobei Φi die Auswertung der Einflußfläche für Streckenlast parallel zum Querrand bedeutet.

Die nach der Beziehung (5) ermittelte Kraft N im Bereich der Voute stärkeren Veränderungen, entsprechend dem Spannungszustand des Haupttragwerkes, unter Berücksichtigung dieser Gegebenheit kann dadurch Rechnung getragen



Hünnebeck hilft besser bauen
Die Dreigurtstütze – Nutzlast
18 t – bereichert das Programm
der Hünnebeck GmbH, das
heute Stützen mit Nutzlasten
bis zu 30 t umfaßt. Wie alle
Hünnebeck-Geräte hilft auch
sie, wirtschaftlich zu schalen
und zu rüsten.



Hünnebeck
Hünnebeck GmbH Düsseldorf



DELMAG

Mädchen für alles

ist die Explosions-Ramme auf jeder Baustelle: als Handstamper verdichtet sie nachhaltig alle Bodenarten. Mit wenigen Handgriffen läßt sich dieses Universalgerät in eine Pflaster-, Meißel- oder Pfahlramme umwandeln.

Ob Sie nun Kabel- oder Rohrgräben und sonstigen Aufschüttungen verdichten, Klein- und Großpflaster abrammen, Straßendecken, Fundamente oder gefrorenen Boden aufbrechen, Pfähle oder Spundwände einrammen – in jedem Falle arbeitet die DELMAG Ramme wirtschaftlich und zuverlässig. Und dabei hilft sie noch Arbeitskräfte und Geräte einsparen! Ausführliche Unterlagen und Gutachten durch:

DELMAG-MASCHINENFABRIK · REINHOLD DORNFELD · ESSLINGEN AM NECKAR

3101 / 19

PLUVIOI

PALESIT

ICOSIT

GUDRONOL

HYDRASALT

TOPOL

INERTOL

**BAUTENSCHUTZ
KORROSIONSSCHUTZ**

sind beachtenswerte Gesichtspunkte planvoller Sparsamkeit.

Beim Schutz von Beton und Eisen gegen

**Witterungseinflüsse
Feuchtigkeit
chemische Einwirkungen**

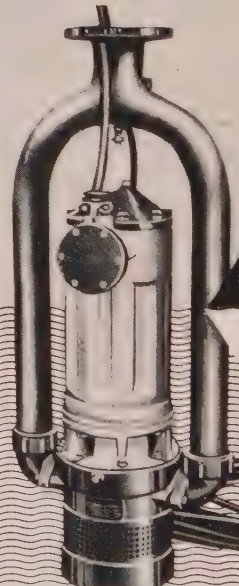
haben sich unsere Spezial-Anstriche in aller Welt bewährt.

**LECHLER BAUTENSCHUTZCHEMIE
STUTT GART
UND GELSENKIRCHEN-BUER**

Die moderne

Elektrobauipumpe

mit
Unterwassermotor
der



über und

unter Wasser

betriebs sicher arbeitet,

kein Ansaugen,

stets betriebsbereit

EMU Unterwasserpumpen 6 m³/h

Hof / Saale · Bayern

en, daß man an mehreren Stellen im Bereich der Voute die Kraft P_v ermittelt und für die sich hierbei ergebende elastische Verformung die Einflußfläche ausgewertet. Es gilt

$$P_v = \frac{a}{L_v} \cdot \frac{dN(x)}{dx} + \frac{L_v - x}{L_v} N_x \quad (7)$$

der numerisch

$$P_i = \frac{V_i + 1 \cdot Z_{i+1} - V_i Z_i + V_{i-1} Z_{i-1}}{\Delta}, \quad (7a)$$

bei Δ der gewählte konstante Intervallschritt ist.

Zur Vereinfachung der Rechenarbeit ist im Schaubild Abb. 12 das erreichbare Stützmoment M in Abhängigkeit von der Voutenlänge eingetragen. Zu beachten ist, daß die Vorspannkraft negativ, d. h. als Druckkraft anzusehen ist.

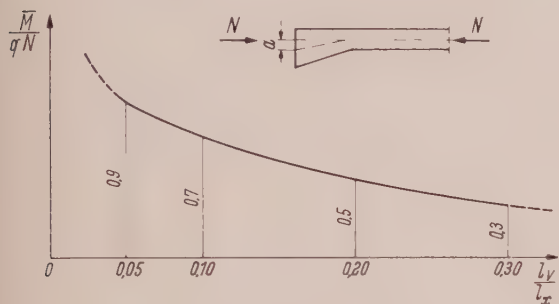


Abb. 12. Einspannmoment M_{ye} infolge einer geradlinigen Schwerlinienablenkung und $N = \text{konst.}$

Die Darstellung läßt erkennen, daß praktisch jedes gewünschte, örtlich notwendige Zusatzmoment (siehe oben) erreichbar ist.

Beispiel für die praktische Anwendung

Bemittelt man die in Abb. 1 dargestellte Fahrbahnplatte etwa für die Lastenklasse 60, so wird man V_{A1} etwa zu $V_{A1} = 65 \text{ t/m}$ erhalten. Folglich wird das Moment M_{ye} aus der Quervorspannung

$$M_{ye}^V = +0,040 \cdot 65 = +2,6 \text{ tm.}$$

nach Rüsch erhält man:

$$\text{aus Eigengewicht} \quad M_{ye}^g = -0,710 \cdot 0,057 \cdot 4,5^2 = -0,820;$$

$$\text{aus Verkehr} \quad M_{ye}^p = -0,469 \cdot 14,0 = -6,55$$

$$M_{ye}^q = -7,37 \text{ tm.}$$

Man

$$M_{ye} + M_v = -4,77 \text{ tm.}$$

bei 60 cm Querträgerbreite und $l_x = 4,50 \text{ m}$

$$M'_q + v = \frac{0,40 l_x - 0,30}{0,40 \cdot l_x} \cdot 4,77 = 3,98.$$

daraus mit

$$W_b^0 = W_b^u = 0,167 \cdot 0,25^2 = 0,0104 \text{ m}^3,$$

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{q+v}^{0/u} &= \pm \frac{3,98}{0,0104} = 382 \text{ t/m}^2 > 250 \\ \sigma_{1/2 q+v}^{0/u} &= \pm \frac{0,98}{0,0104} = 95 \text{ t/m}^2 > 0 \end{aligned} \right\} \text{ für B 300!}$$

Infolge des Längsspannungszustandes kann man stets erwarten, daß im Voutenanschnitt mindestens $8-10 \text{ kg/cm}^2$ mittlere Spannung $(\sigma_1 + \sigma_2)/2$ vorhanden ist, da nach DIN 4227 unter halber Verkehrslast noch keine Zugspannungen auftreten dürfen.

Bei einer gleichen Voute wie am Hauptträger erhält man

$$P_v = 0,39 \cdot 80 = 30,4 \text{ t/m.}$$

Dann mit

$$a = 0,07 \text{ m und } l_v = 0,70 \text{ m}$$

$$M_{ye}^v = +0,60 \cdot 0,07 \cdot 30,4 = +1,28.$$

Mit diesen Werten erhält man

$$M_{ye}^v + 2,6 + 1,28 = +3,88,$$

$$M_{ye}^q = -(0,82 + 6,55) = -7,37, \\ = -3,49$$

$$M'_q + v = -3,49 \cdot \frac{1,80 - 1,10}{1,80} = -2,92 \text{ t/m}$$

$$W^{0/u} = 0,33^2 \cdot 0,167 = 0,0182 \text{ m}^3.$$

Dann

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{q+v}^0 &= +192 \text{ t/m}^2 < 250 \\ \sigma_{1/2 q+v}^0 &= +12 \text{ t/m}^2 \sim 0 \end{aligned} \right\} \text{ für B 300!}$$

Hierbei ist die meistens vorhandene Druckspannung am oberen Plattenrand außer Betracht gelassen. Andererseits ist die geringe Spannungsüberschreitung konstruktiv besser zu vertreten als die sich aus der Trennung des Querträgers von der Fahrbahnplatte ergebenden Notlösungen und statischen Nachteile.

Zusammenfassung

In der vorstehenden Arbeit wurde ein Weg aufgezeigt, das Moment M_{ye} infolge Quervorspannung zu ermitteln. Hierbei wurde der Einfluß der Schwerlinienablenkungen im Voutenbereich ebenfalls erfaßt.

Für die praktische Berechnung wird man — wie für die übrigen Lastfälle — Einflußflächen auswerten müssen, für die Biegesteifigkeit als konstant vorausgesetzt wurde. Diese Verletzung der theoretischen Voraussetzungen ist jedoch auch bei der Ermittlung der übrigen Lastfälle gegeben, so daß der daraus resultierende Fehler und die auftretende Unsicherheit nicht größer ist als bei der Bemessung der Fahrbahnplatte in x -Richtung an den eingespannten Rändern (M_{xe}).

Wichtiger erscheint es, daß die Querträgertrennung von der Fahrbahnplatte, die eine erhebliche Abminderung der Torsionssteifigkeit darstellt, vermieden werden und man den hieraus resultierenden Spannungszustand relativ genau erfassen kann. Die Bedeutung dieser Lösung ergibt sich u. a. daraus, daß man mit Querträgern die Einspanngrade der Fahrbahnplatte [3] günstig beeinflusst und hierdurch ebenfalls in x -Richtung eine genauere Erfassung der vorhandenen Spannungszustände möglich wird.

Literatur

1. A. Pucher: Einflußflächen elastischer Platten. Berlin/Göttingen/Heidelberg: Springer 1958.
2. E.-A. Rose: Die Berechnung der Vorspannmomente nach der Umlenkkraftmethode, z. Z. unveröffentlicht.
3. E.-A. Rose: Der Einspanngrad von Fahrbahnplatten unter der Wirkung von Fahrzeugeinzellasten. Bauing. (1961) H. 4, S. 148—152.

qualitativen Untersuchung und zur Ermittlung der Bruchsi-
cherheit heranzuziehen.

Um die amerikanischen Meßergebnisse auch mit den deut-
schen Vorschriften vergleichen zu können, wurden ergänzend in
Abb. 4 die Feld- und Gurtstreifenmomente eingetragen, wie
sie sich nach dem Näherungsverfahren der DIN 1045 (§ 26 An-
hang) für konstante Flächenlast q ergeben. Der Vergleich zeigt,
daß die Werte der DIN-Vorschrift den Meßwerten gut ent-
sprechen. Eine Ausnahme macht der Gurtstreifen über der
Stütze, für den in der deutschen Vorschrift nur das statische
Moment angegeben wird, nicht aber das Bemessungsmoment
bei Berücksichtigung der günstigen statischen Wirkung des Pilz-
kopfes, das der Versuch liefert. Das statische Moment errechnet
sich im vorliegenden Beispiel zu 334 kgcm/cm. Da aber der
angegebene Meßwert einen Mittelwert aus den in der Stütze
lediglich bis zum Pilzkopf und dann versetzt am Pilzkopf-
schnitt gemessenen Dehnungen darstellt, wurde bei dem Ver-
gleichsmoment nach DIN ebenfalls ein Mittelwert — 253 kg
m/cm — aus dem (über der Stütze ausgerundeten) Gurt-
moment in Stützenmitte und dem Anschnittmoment in Abb. 4

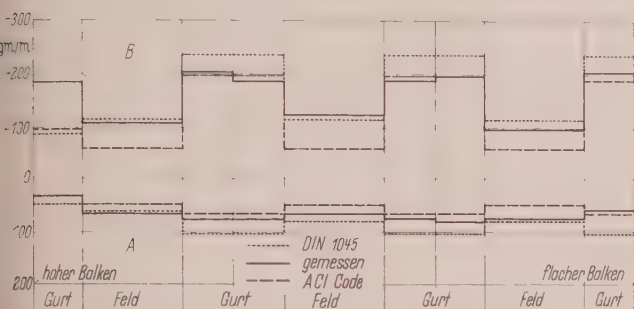


Abb. 4. Vergleich der unter einer Flächenlast 1,150 t/m² gemessenen und in Treppenform vereinfacht aufgetragenen Plattenmomente mit den nach ACI Code und DIN 1045 errechneten Momenten in Schnitt A (Modellmitte) und Schnitt B (Stützenflucht).

eingetragen. Eine Bemessung für das gemittelte Stützmoment
anstatt für das statische Moment erscheint statthaft, da das
Bemessungsmoment des durch den Pilzkopf verstärkten Gurtstreifens
in Stützmitte weitaus über dem ihm zugeteilten statischen Mo-
ment liegt. — [Nach: Civ. Engng. Studies 1960 — Structural
Research No. 200.] Dipl.-Ing. H. Weise, Darmstadt.

OK 624.075.4 : 69.022.3/ .4.001.57 : 620.171.5

Bericht zur statischen Berechnung waagrecht belasteter Querschnitte bei Hochbauten

Vergleichende Betrachtung zu den Berechnungsverfahren von
Rosman, Beck und einer spannungsoptischen Modelluntersuchung

Mit Recht wies Rosman¹ auf die Bedeutung der queraus-
breitenden Scheiben in hohen Gebäuden hin. Es ist deshalb zu
 begrüßen, daß mit dem Artikel für ganz spezielle Fälle von
Wandscheiben ein relativ einfaches Verfahren entwickelt wurde.

Wir möchten bei dieser Gelegenheit auch auf die Arbeiten
von Prof. Mehmel und Dr.-Ing. Hubert Beck hinweisen.
Dr.-Ing. Beck beschreibt in der Zeitschrift „Die Bautechnik“
(1959) H. 5 ein Verfahren, bei dem er das gleiche Grundsystem
wie der Verfasser der erstgenannten Arbeit anwendet. Wir haben
allerdings die Erfahrung machen müssen, daß Wandscheiben
mit der vorgeführten Regelmäßigkeit in der Fensteraufteilung
und konstantem Trägheitsmoment doch sehr selten vorkommen.
Vor allem in den Untergeschossen werden meist größere Öffnun-
gen verlangt. Als Beispiel sei auf die Giebelwand an der Ge-
bäudeostseite der Hessischen Landesbank hingewiesen, die Prof.
Mehmels, allerdings für einen anderen Belastungsfall, im „Bau-
ingenieur“ 34 (1959), H. 5, beschreibt. Um allgemeine Erfahrun-
gen zu sammeln, hat Prof. Mehmel diese 15fach statisch
unbestimmte Wandkonstruktion mit erheblichem numerischen
Aufwand berechnet und die Ergebnisse mit denen aus verschie-
denen Lösungswegen mit vereinfachten Annahmen verglichen.

Wir haben bei einer ganzen Reihe Wandscheiben aus hohen
Gebäuden für den Lastfall „Wind“ die statisch unbestimmten
Spannungsoptisch ermittelt, um zu überprüfen, ob und
welche Übereinstimmung zwischen Berechnung und Modellver-
fahren besteht, da in bezug auf die Genauigkeit von Modellver-
fahren immer wieder Bedenken geltend gemacht werden.

¹ Der Bauingenieur 35 (1960), H. 4, S. 133—136.

An einer einfachen Scheibe mit regelmäßiger Fenstereinteilung sei das Verfahren kurz beschrieben. Als Unbekannte werden die Querkraften T_1 bis T_M an der Stelle des Momenten-
nullpunktes angesetzt und ermittelt (Abb. 1 und Abb. 2).

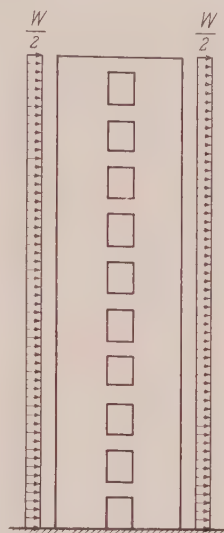


Abb. 1. Belastungsbild.

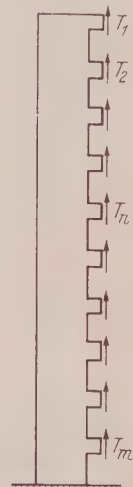


Abb. 2. Statisch unbestimmte Größen.

In Abb. 3 a sind die Isoklinen dargestellt, die im polarisierten
Licht ermittelt wurden. In der Symmetrieachse und längs der
Mittellinie des Steges verlaufen die Hauptspannungen unter 45°.

Die Schubspannungen in
Stegmitte ($x = 0$) sind dementsprechend

$$\tau_{xy} = \frac{1}{2} (\sigma_1 - \sigma_2)$$

mit ihrem Größtwert

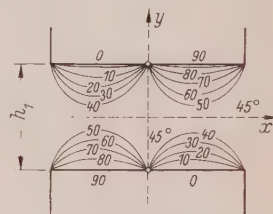
$$\max \tau_{xy} = \frac{1}{2} \max (\sigma_1 - \sigma_2)_{x=y=0}$$

in der neutralen Faser ($y = 0$).

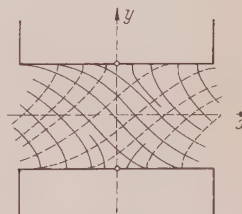
Über die Höhe des Steges
ist die Schubspannung parabolisch
verteilt, so daß die gesamte Schub-
kraft die Größe

$$T_n = \frac{2}{3} \cdot \max \tau_{xy} \cdot d \cdot h_1 \quad (1a)$$

hat. (d ist die Stärke des Steges,
die längs y innerhalb eines Steges
als unveränderlich angenommen
wird, h_1 ist die Steghöhe.)



a. Isoklinen



b. Hauptspannungslinien

Abb. 3 a. Isoklinen.
Abb. 3 b. Hauptspannungslinien.

Für $\max \tau_{xy}$ wird die Hauptspannungsdifferenz in Stegmitte
eingesetzt.

$$T_n = \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} \max (\sigma_1 - \sigma_2) \cdot d \cdot h_1 \quad (1b)$$

Der Zusammenhang zwischen der Schubkraft T_{nH} der Haupt-
ausführung und T_{nM} in einem Modell, das aus spannungsoptisch
wirksamem Material besteht, ist bekannt. Da innerhalb der
Fensteröffnungen keine Kräfte angreifen, ist der Spannungs-
zustand in dem mehrfach zusammenhängenden Scheibensystem
unabhängig von der Querdehnungszahl. Das Poissonsche Ge-
setz, daß die Querdehnungszahl der Hauptausführung und des
Modells übereinstimmen müssen, braucht somit nicht erfüllt zu
werden. Der Kräftemaßstab kann frei gewählt werden. Bei
Scheibenproblemen ist außerdem aus bekannten Gründen der
Dickenmaßstab unabhängig vom Längenmaßstab. Nach dem

Modellgesetz der Spannungen besteht somit zwischen Hauptausführung und Modell die Beziehung²

$$(\sigma_1 - \sigma_2)_H = \frac{\lambda}{\lambda \cdot \delta} (\sigma_1 - \sigma_2)_M \quad (2)$$

$(\sigma_1 - \sigma_2)_H$ Hauptspannungsdifferenz der Hauptausführung
 $(\sigma_1 - \sigma_2)_M$ Hauptspannungsdifferenz des Modelles
 $\lambda = l_H/l_M$ Längenmaßstab
 $\delta = d_H/d_M$ Dickenmaßstab
 $\lambda = \frac{w_H \cdot l_H}{w_M \cdot l_M} = \frac{w_H \cdot l_H}{W_M}$ Kräftemaßstab
 w_H, w_M Windlast in [Kraft/Länge]
 W_M Resultierende der Windlasten im Modell

In Formel (1b) eingesetzt hat die Schubkraft in der Hauptausführung die Größe:

$$T_n = \frac{2}{3} \cdot d_H \cdot h_{1H} \cdot \frac{w_H \cdot l_H}{W_M} \cdot \frac{1}{\lambda \cdot \delta} \cdot \frac{1}{2} \max(\sigma_1 - \sigma_2)_M \quad (3)$$

Die Hauptspannungsdifferenz läßt sich spannungsoptisch an der Höhe der Isochromatenordnung in der Stegmitte ablesen, nachdem die Beziehung zwischen Spannungsgröße und Isochromatenordnung für das betreffende Modellmaterial im Eichversuch ermittelt wurde (Abb. 4).

Wird $\max(\sigma_1 - \sigma_2)_M = \max n \cdot S$,
wobei S die spannungsoptische Konstante des Materials und $\max n$ die Höhe der Isochromatenordnung in Stegmitte des Modells ist, in (3) eingesetzt, so folgt:

$$T_n = \frac{2}{3} \cdot d_H \cdot h_{1H} \cdot \frac{w_H \cdot l_H}{\lambda \cdot \delta} \cdot \frac{S}{2} \left[\frac{\max n}{W_M} \right] \quad (4)$$

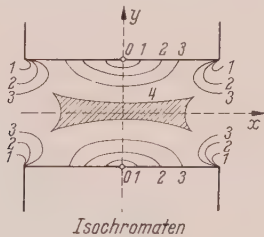


Abb. 4. Isochromaten.

Die Modellast W_M wird für jede der Unbekannten T_1 bis T_m anders gewählt, und zwar so groß, daß in Stegmitte eine ganzahlige, gut ablesbare Isochromatenordnung erscheint.

Die Verhältnisse $\left[\frac{\max n}{W_M} \right]$ geben bereits unmittelbar die Verteilung der Schubkraft auf die einzelnen Stege an.

Der Momentenverlauf an den beiden Stielen ist damit nach den Regeln der Stabstatik gegeben. Der am Schnittpunkt der Stiel- und Stegachsen ermittelte Momentensprung erzeugt an den Rändern nicht eine ebenso sprunghafte Spannungsänderung. In der Praxis braucht man in der Regel nicht eine genaue Spannungsverteilung zu ermitteln. Spannungsoptisch lassen sich die Randspannungen einfach in ihrer richtigen Verteilung angeben, während das Einfließen der Kräfte T_n mit einigem Aufwand verfolgt werden könnte, wenn das von Interesse sein sollte. Ist die betrachtete Scheibe Teil eines räumlichen Systems, lassen sich die Einflußgrößen über das Modellgesetz der Formänderungen in der Hauptausführung leicht ermitteln, wenn man die gesuchten Formänderungen im Modell mißt.

Wir haben ein einfaches Beispiel mit den Abmessungen in Abb. 5 nach Rosman, nach Beck und spannungsoptisch untersucht. Die Verhältniszahlen $\left[\frac{n}{W_M} \right]$ sind in Abb. 6 aufgetragen.

Die Querkraft eines Riegels berechnet sich nach Formel (4) für das Beispiel zu:

$$T_n = \frac{2}{3} \cdot 0,30 \cdot 0,70 \cdot \frac{w_H \cdot 25}{100 \cdot 30} \cdot \frac{125\,000}{2} \left[\frac{n}{W_{Mn}} \right] = 73 \left[\frac{n}{W_M} \right] \cdot w_H$$

Die Gesamtschubkraft beträgt:

$$T = \sum_{n=1}^{10} T_n \cong 0,8232 \cdot 73 \cdot w_H = 60 w_H \left[\frac{\text{Krafteinheit}}{m} \cdot m \right]$$

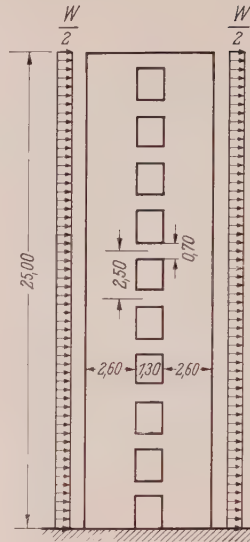


Abb. 5. Abmessungen.

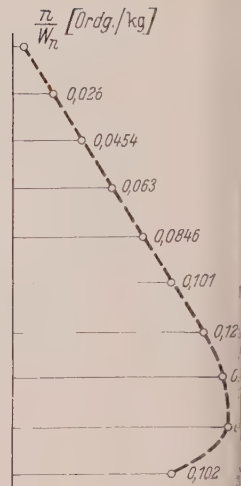


Abb. 6. Schubkraftverläufe.

Nach Rosman erhielten wir unter Berücksichtigung von Reihengliedern bis $i = 7$ an der Stelle H

$$T \cong 60 w_H \left[\frac{\text{Krafteinheit}}{m} \cdot m \right]$$

Nach Beck betragen die summierten Querkräfte aller 10 Riegel

$$T = 61,66 w_H \left[\frac{\text{Krafteinheit}}{m} \cdot m \right] \text{ (Dübelformel)}$$

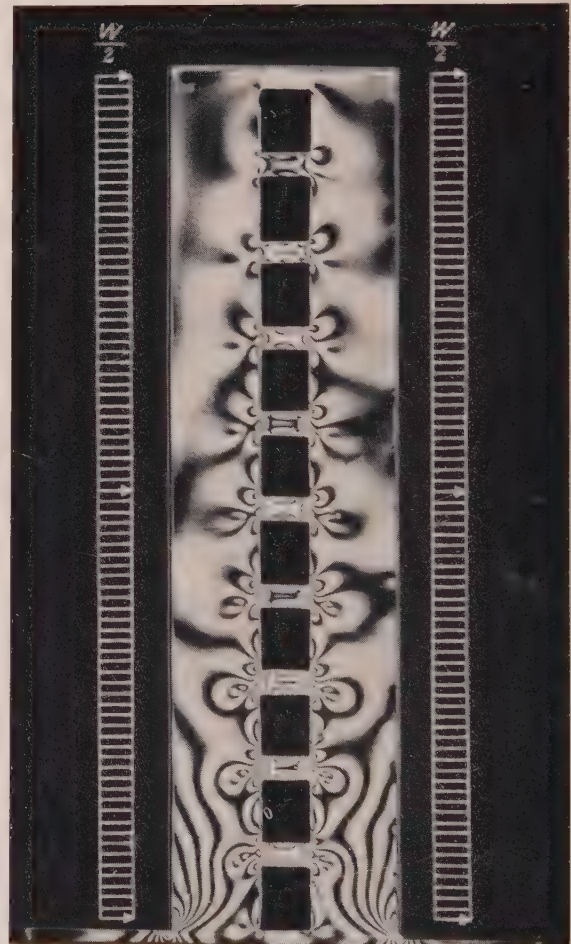


Abb. 7. Isochromatenaufnahme am Araldit-B-Modell.

Das Beispiel zeigt, daß sich die Verfahren an Exaktheit vergleichen. Aus rein rechenökonomischen Gründen würden wir in Fällen, wo der von Beck verwendete Wert β^2/d^2 (Bauted 1959, H. 5) sehr klein ist, das trifft vor allem bei kurzen Riegeln zu, mit der Dübelformel rechnen. In anderen Fällen für die Lösung von Rosman schneller zum Ziele als die Auswertung

² Föppel u. Mönch, Praktische Spannungsoptik, Springer-Verlag 1959.

er Exponentialfunktionen von Beck. Bei unregelmäßiger Fensteraufteilung, bei anderen Lastfällen oder wenn die Riegel außerdem durch Normalkräfte beansprucht werden, ist der spannungsoptische Modellversuch sicheres Hilfsmittel, um auch in komplizierten Fällen nicht auf eine wirtschaftliche Bewehrung der Scheiben verzichten zu müssen. Die Bemessung des Beieis zeigte, daß gegenüber dem früher üblichen Verfahren, die Biegesteifigkeit der Riegel zu vernachlässigen, hier 1,2 t Stahl pro qm eingespart werden können, wenn $w_H/2 = 1,0$ t/m beträgt.

Die spannungsoptische Untersuchung zeigte ferner, daß in den Fensterecken erhebliche Kerbspannungen auftreten. Diese vermindern zwar nicht die Tragfähigkeit der Scheibe, doch können Kerbrisse durch konstruktive Eiseinlagen vermieden werden. Wie die Stegbewehrung zweckmäßig zu führen ist, zeigen die Hauptspannungslinien in Abb. 3b.

Das Verhältnis $\left| \frac{n}{W_M} \right|$ sinkt am untersten Riegel ab, wie an verschiedenen Modellen beobachtet wurde. Das hat seine Ursache wohl darin, daß das Fundament nicht unendlich steif ausgeführt werden kann, wie in den mathematischen Lösungen angenommen wurde. Es ist bei der Projektierung bereits zu beachten, ob man die Riegel durch Heizkörpernischen oder ähnliche großflächige Aussparungen schwächt und damit auf eine Tragreserve verzichtet. Andernfalls kann man unregelmäßige Aussparungen in spannungsoptischen Versuch ohne Mehraufwand berücksichtigen, was mit einem erträglichen Rechenaufwand nicht möglich ist.

Dipl.-Ing. W. Naumann und Dipl.-Ing. H. Walter,
Institut für Spannungsoptik und Spannungsmessungen, Köln

K 624.915 : 624.071.2 : 69.024.26/.27

Ein neues Radial-Seilwerk

In ständig steigendem Maße werden seit einigen Jahren für weiträumige Hallenbauten gespannte Seile als Dachtraglelemente verwendet. Der breiteren Öffentlichkeit ist dieses neue Konstruktionsprinzip wohl besonders durch die Brüsseler Weltausstellung 1958 bekannt geworden. Ein weiteres Beispiel für die Möglichkeit derartiger Konstruktionen ist das in den Jahren 1959/60 erbaute Memorial Auditorium in Utica, N.Y. [1].

Der Entwurf für das Dach der kreisförmigen Halle folgt der erwähnten Konstruktion des Brüsseler US-Pavillons [2]. Zwischen zwei übereinanderliegenden inneren Zugringen und einem

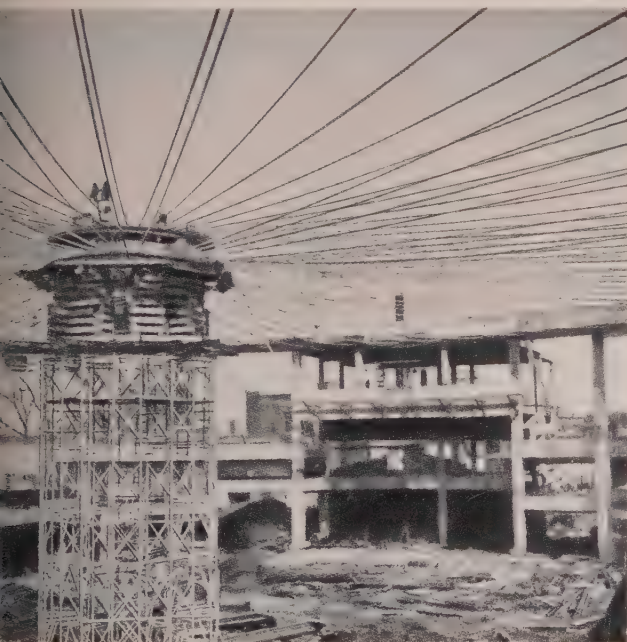


Abb. 1. Einziehen der Seile.

äußeren Druckring von 73 m Durchmesser (Brüssel: 98 m) werden radial zwei Scharen von Seilen gespannt, die die Dachhaut tragen.

Bei dem Auditorium in Utica hat der Beton-Druckring etwa die Form eines liegenden T und ruht auf 24 quadratischen Stahlbetonstützen von rund 9 m Höhe. Bei einer Breite von 5 m und einer Höhe von 1,8 m wurde er in 12 Abschnitten montiert. Die Schalung wurde durch zerlegbare Holzjoche gehalten, die innen und außen zur Justierung mit vorgebogenen Profilen verschraubt waren. Zum späteren Einziehen der Kabel wurden genau gemessene Rohrhülsen in die Schalung gesetzt. Die inneren Zugringe bestehen aus Stahl und haben einen Durchmesser von etwa 5 Metern.

Von besonderem Interesse dürften die Montage und das Vorspannen der Dachkonstruktion sein. Hierzu hat man die Zugringe zunächst dicht übereinander etwa in Höhe des Druckringes auf ein Hilfsgerüst gelegt. Dann wurden die 72 oberen Stahlseile von 51 mm ϕ und ebensoviele, etwas dünnere untere Seile eingezogen und auf richtige Länge an den Ringen festgelegt (Abb. 1). Nach dem Absenken des Gerüsts wurden die Innenringe mittels Pressen auf einen Abstand von 6,1 m auseinandergedrückt und damit die Seile vorgespannt. Durch dieses gleichzeitige Anspannen aller Seile in einem Arbeitsgang konnten Biegemomente in den Ringen vermieden werden, die beim stufenweisen Anspannen der einzelnen Seile zu schwer kontrollierbaren Beanspruchungen geführt hätten. Es war hier jedoch notwendig, jedes einzelne Seil noch einmal am Außenring durch eine Presse zu fassen und genau auf die vorgesehene Spannung zu ziehen, nachdem in fünf Ringen vertikale Steifen mit Diagonalverspannung zwischen die Seile gesetzt waren. Durch diese Steifen werden die Dachlasten auf beide Seilscharen verteilt; dynamisch wirkt das ganze Seilwerk dadurch etwa wie eine ebene Membrane.

Auf die Kabel wurden Wellblechtafeln gelegt; die Dacheindeckung besteht aus einer Asphaltabdichtung auf Isolierplatten.

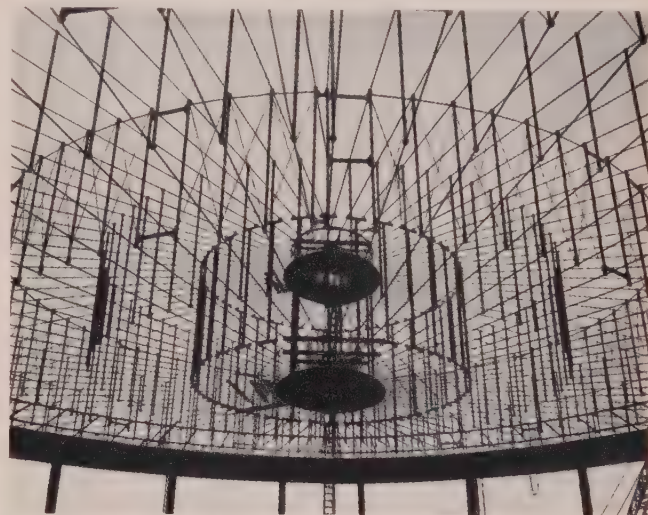


Abb. 2. Fertig montiertes Seilwerk.

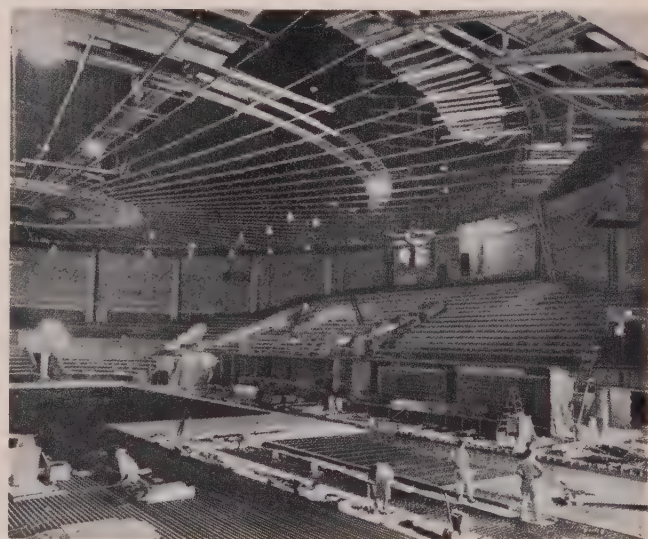


Abb. 3. Blick in den Innenraum.

Die Abb. 2 zeigt einen Blick in das Filigran der fertig montierten Seilkonstruktion, die ein Gewicht von nur 15 kg/m² hat, während Abb. 3 einen Eindruck von der Größe dieser 6500 Zuschauer fassenden Halle vermittelt.

Dr.-Ing. F.-K. Schleyer, Berlin.

Literatur

1. Complex Concrete Ring Supports Cable Roof. Constr. Meth. and Equipment 42 (1960), H. 5, S. 96—100.
2. Z. B. Hähl: Die Stahlkonstruktion für den US-Pavillon auf der Weltausstellung Brüssel 1958. Der Stahlbau 27 (1958), H. 5, S. 117—121, und Cornelius: Die statische Berechnung eines seilverspannten Daches am Beispiel des US-Pavillons auf der Weltausstellung in Brüssel 1958. Der Stahlbau 27 (1958), H. 4, S. 98—103.

Weitere Baumaschinen auf der Deutschen Industriemesse 1961 in Hannover

DK 69.002.5 : 69.057.7 : 624.13 : 625.08 : 061.43 (430) „1961“

Schwerer Mobil- und Autokran

Zur Ergänzung ihrer Mobilkran-Reihe brachte die DEMAG-Baggerfabrik, Düsseldorf-Benrath, einen neuen schweren Drehkran heraus, der sich als Mobilkran oder als Autokran einsetzen läßt. Die maximale Tragfähigkeit ist für einen 8,20 m langen Ausleger auf 27 t bemessen, wenn der Oberwagen abgestützt wird.

Der Ausleger des Drehkranes kann auf 30 m verlängert werden; die Tragfähigkeit liegt dann bei 4 t. Mit einem zusätzlichen Spitzenausleger von 6,00 m Länge wird eine Rollenhöhe von 36,00 m erreicht. Die zulässige Hakenlast des abgestützten Kranes beträgt in dieser Stellung 1,2 t. Durch eine Zweitrommelwinde können bei Anbau des Hilfsauslegers zwei Lasthaken getrennt voneinander gehoben und gesenkt werden. Ein weiches, stoßfreies Arbeiten sichert der serienmäßig eingebaute Drehmomentwandler. Durch ein Umkehrgetriebe läßt sich die Last kraftschlüssig genau führen und mit langsamer Geschwindigkeit absenken.

Als Mobilkran ist das Gerät mit einem Motor für 66 PS Dauerleistung ausgerüstet; der Oberwagen kann um 360° geschwenkt werden. Die Forderungen der Berufsgenossenschaften werden durch Hubendschalter am Haupt- und Spitzenausleger und durch Überlastschutz erfüllt. Für die Straßenfahrt läßt sich die Spitze des abgesenkten Auslegers seitlich umklappen. Mit dem Kurzausleger beträgt die Gesamtlänge des Mobilkranes dann 9,24 m.

Als Unterwagen für den Autodrehkran wird ein vierachsiges Lastwagen-Fahrgestell angeboten (Abb. 1). Die beiden Hinterachsen unter dem Drehkran tragen Zwillingräder. Der



Abb. 2. MAN-Mobildrehkran mit Anstelltisch. — Schwenkbereich 200°; max. Tragfähigkeit 40 t; Rollenhöhe 6,00 m.

Hakenflasche ist das Hubseil über drei lose Rollen geführt. Beim Befahren des öffentlichen Straßennetzes wird der Anstelltisch auf einem Versorgungsanhänger oder auf einem Lastkraftwagen mitgeführt.

Schwerer

Portalturmdrehkran

Die Norddeutschen Maschinen- und Schraubenwerke,

Peine, zeigten eine Weiterentwicklung des bereits aus dem Vorjahr bekannten Hochbaukranes, der eine größte Rollenhöhe von 63 m erreichte. Dem normalen Mast dieses Typs wurde ein Maststück mit größerem Querschnitt unter Einfügung eines Übergangsstückes untergesetzt. Der Kran bleibt auch in der vergrößerten Ausführung schienenfahrbar. Der Anlenkpunkt des Auslegers liegt in 60 m Höhe; die größte Hakenhöhe beträgt 87 m. Das Hubwerk des Kranes ist mit einer stufenlos regelbaren Leonard-Steuerung sowie mit einer durch die Last beeinflussten Feldschwächung des Hubmotors ausgerüstet. Dadurch ist es möglich, die Hubgeschwindigkeit bei Kranlasten unter 2,5 t stufenlos und lastunabhängig von 5 bis 100 m/min zu regeln und mit unbelastetem Haken Hub- und Senkgeschwindigkeiten von 160 m/min zu erreichen. Am Steuerpult des Bedienungsstandes lassen sich die jeweilige Hakenlast und die Auslegerstellung an einer elektrisch gesteuerten Anzeigevorrichtung ablesen.



Abb. 3. Peiner-Turmdrehkran 160/200/250 mit Portal (Mastverlängerung). — max. Hakenhöhe 71,20 m; max. Ausladung 32,00 m; Tragfähigkeit 8 t.



Abb. 1. DEMAG-Vierachs-Autodrehkran K 406 Lkw. — Fahrzeugmotor 150 PS; Kranmotor 66 PS; max. Tragfähigkeit 27 t; Rollenhöhe 6,00 m; Ausladung 3,40 m.

Kran kann mit einer Eigenfahrgeschwindigkeit von 45 km/h den Arbeitsplatz wechseln. Das Fahrzeug treibt ein 150-PS-Motor an. Im Geländegang ist die Überwindung von Steigungen bis 40 % möglich.

Schwerer Mobildrehkran

Einen 40-t-Mobildrehkran als Sonderkonstruktion führte die MAN, Werk Nürnberg, vor, bei dem die Forderung nach einer besonders hohen Tragfähigkeit bei gleichzeitiger Einhaltung der Bestimmungen der Straßenverkehrs-Zulassungsordnung erfüllt werden. Die Ausladung des abgestützten Grundgerätes beträgt bei 40 t Hakenlast 6,00 m. Der Unterwagen des Kranes erhält durch einen Allradantrieb und eine Allradlenkung eine sichere Beweglichkeit und Wendigkeit im Gelände.

Die hohe Tragfähigkeit wird durch das Anbauen eines seitlichen Anstelltisches erreicht, der sich auf dem Boden abstützt und der dem Kran eine breite Standfläche bietet (Abb. 2). Der Ausleger-Fußpunkt bewegt sich beim Schwenken auf einem Kreisbogen, der einen Drehbereich von 200° zuläßt. In der

Die Höhe des Kranes kann sich der Höhe des wachsenden Bauwerkes stets anpassen. Der Turm besteht aus einzelnen Abschnitten, die entsprechend dem Baufortschritt am unteren Ende nacheinander eingebaut werden. Beim Einfügen jedes Abschnittes hebt eine hydraulische Hubvorrichtung den Turm ein Stück an, daß das neue Stück zwischen Turm und Drehbühne festgelegt werden kann.

Die gleiche Bauart weisen zwei schwere Turmdrehkrane mit einem Portalunterwagen auf, die vom Herstellerwerk kürzlich nach Brasilien geliefert wurden (Abb. 3). Bei einer Ausladung von 32 m besitzen sie eine Tragfähigkeit von 8 t. Der Ausleger erreicht eine Hakenhöhe von 71,2 m.

Universalbagger mit 1,7-m³-Hochlöfelf

Dieser neue Krantyp von Menck und Hambrock, Hamburg-Altona, ist eine Weiterentwicklung der Baugröße M 152. Alle Grabeinrichtungen sind zwischen diesen beiden Modellen austauschbar. Der neue Typ wurde mit einem verteilten Unterwagen ausgestattet, der auf fünf Achsen ruht. Die Tragrollen, die den gleichen Durchmesser aufweisen wie der Umlenk- und der Antriebstrassens der Gleiskette, sitzen auf kurzen Achsen (Abb. 4). Die Breite des Unterwagens ist auf die

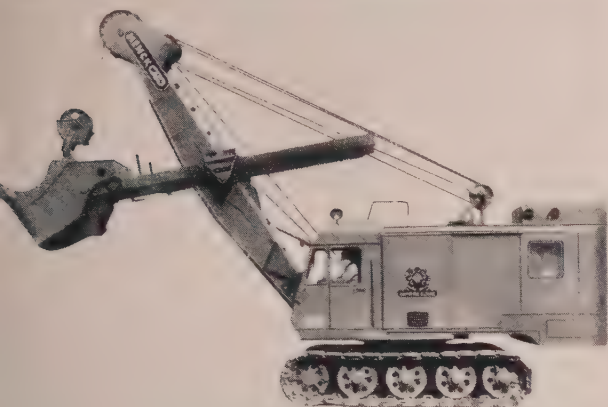


Abb. 4. Menck-Hochlöfelfbagger M 154 mit Drehmomentwandler. — Motorleistung 170 PS; Gewicht 40 t.

erforderlichen Betriebsverhältnisse abgestimmt. Mit normaler Geschwindigkeit kann der Bagger ohne Demontage auf einem Eisenbahnwagen verladen werden. Der Bagger mit verbreitertem Unterwagen eignet sich besonders für stationäre Betriebe.

Zum Schwenken des Oberwagens und zur Aufnahme der Drehmomente dient eine zweireihige Kugeldrehverbindung. Die Rollen und Trommeln der maschinellen Einrichtung des Baggers sind weitgehend mit Wälzlagern ausgerüstet. Um den Wartungs- und Wartungsdienst zu vereinfachen, sind die auf dem Unterwagen befindlichen Gleitlager an eine Zentralschmieranlage angeschlossen. Der Abschirmung gegen die Motor- und Windenabwärme dient die Anordnung des Bedienungsstandes in einer geschlossenen Führerkabine.



Abb. 5. Hanomag-Laderaupe K 32. — Schaufelinhalt 0,3 m³; Motorleistung 32 PS; Gewicht 4480 kg.

32-PS-Laderaupe

Erstmalig stellte Rheinstahl Hanomag, Hannover, eine Raupe der leichten Klasse vor. Die Raupe kann mit einer 0,3 m³-Schaufel oder auch mit einem Planierschild ausgerüstet werden. Den Antrieb übernimmt ein 32-PS-Viertakt-Dieselmotor mit drei Zylindern und 2,1 l Hubraum (Abb. 5).

Zwischen Umlenk- und Antriebstrassens stützt sich das Raupenfahrwerk auf 5 Laufrollen ab. Die Kette ist mit flachen Rippen versehen. Zum Heben der Schaufel kann eine Hubkraft von 4300 kg aufgebracht werden; sie kann 47 cm unter dem Planum einstechen. Beim Entleeren der Schaufel läßt sich unter der abgekippten Schneide eine größte Abwurfhöhe von 2,20 m erreichen.

Als Zusatzeinrichtung ist neben dem Austauschplanierschild der Anbau eines Heckaufreißers mit vier Reißzähnen vorgesehen. Die hydraulisch betätigten Zähne greifen bis 35 cm tief. Die Reißbreite beträgt 1,20 m.

40-PS-Planieraupe

Eine neue 40-PS-Raupe von John Deere-Lanz, Mannheim, mit einem 2,28 m breiten Schild ist durch die außerhalb des Raupenfahrwerkes angebrachte Schildführung gekennzeichnet. Das Schild kann 122 cm angehoben und 30 cm unter Planum abgesenkt werden; es läßt sich als Frontschild oder mit einer Drehung um 25° auch als Schwenkschild verwenden. Die Schildverstellung muß von Hand vorgenommen werden. Einen wesentlichen Vorteil beim Arbeiten bietet das hydraulisch gesteuerte Umkehrgetriebe; der Fahrtrichtungswechsel ist in allen Gängen ohne Schalten des Wechselgetriebes möglich (Abb. 6).

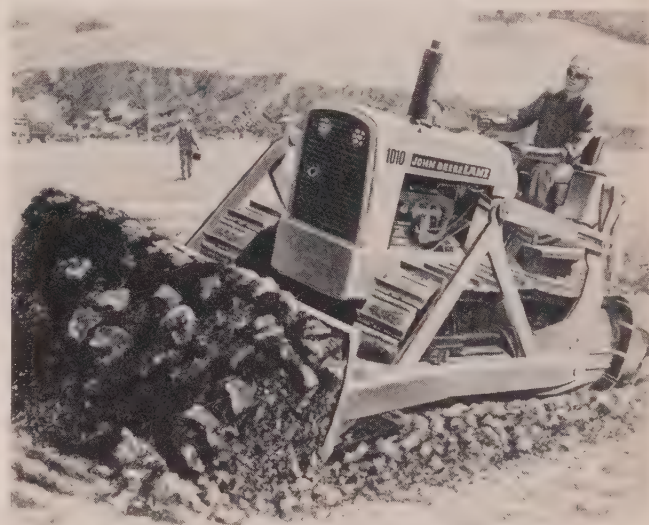


Abb. 6. John-Deere-Planieraupe 1010. — Motorleistung 40 PS; Schildbreite 2280 mm; Gewicht 3700 kg.

Die Pumpe der Hydraulikanlage hat bei 110 atü Betriebsdruck eine Umlaufleistung von 46,5 l/min. Das Heben und Senken des Schildes und die Betätigung eines angebauten Heckaufreißers sind je zu einem Hydraulikkreis zusammengefaßt. Als Zusatzeinrichtungen kann die Raupe eine 600-l-Ladeschaufel, einen Tieflöffel mit 170° Schwenkbereich, einen Seitenkranausleger oder einen Kabelleger aufnehmen. Der Kabelleger besteht aus einem kräftigen, in einer Dreipunktaufhängung geführten Aufreißdorn am Heck der Raupe. In einem Arbeitsgang kann eine 60 cm tiefe Kabelrinne gezogen und gleichzeitig ein Erdkabel in die Rinne eingelegt werden.

125-PS-Straßenhobel

Der 125-PS-Straßenhobel von Henschel, Kassel, ist mit einem ZF-Gruppengetriebe für 12 Vorwärts- und 2 Rückwärtsgänge ausgerüstet. Die Geschwindigkeiten können im Rückwärtsgang 5,4 km/h und vorwärts 42 km/h betragen. Mit dieser Geschwindigkeit darf der Straßenhobel beim Baustellenwechsel die Autobahn befahren, für deren Benutzung mindestens 40 km/h vorgeschrieben sind (Abb. 7).

Das Hobelmesser weist Abmessungen von 3600 × 580 mm auf. Es wird hydraulisch bewegt und kann 400 mm über Planum gehoben und 1475 mm seitlich verschoben werden. Bei der Bearbeitung von Böschungen ist nach beiden Seiten ein Schneidwinkel von 90° erreichbar. Zur Anpassung an die Schneidfähigkeit des Bodens ist die Pflugschar kippbar.



Abb. 7. Henschel-Straßenhobel RMW. — Motorleistung 125 PS; Gewicht 11,3 t.

Die Lenkung des Gerätes wird hydraulisch-pneumatisch betrieben. Es ist jedoch immer eine mechanische Verbindung zwischen Lenkrad und Vorderachse vorhanden, so daß bei einem Ausfall des Lenkantriebes manuell gelenkt werden kann.

58-PS-Straßenhobel

Der Unterhaltungsbetrieb für die Baustellenstraßen beim gleislosen Erdbau, das Verteilen des Splittes beim Einbau von Rüttelschottererschichten, das Anlegen von Entwässerungsgräben und viele andere Arbeiten auf der Baustelle geben dem Straßenhobel ein Betätigungsfeld, bei dem oft auch leicht-



Abb. 8. Allis-Chalmers-Straßenhobel D. — Motorleistung 58 PS; Gewicht 4,2 t.

tere Geräte die gestellten Aufgaben erfüllen können. Die Firma Erdbaugeräte Schmidt und Koch, Bremen, zeigte daher zur Ergänzung des bisher bekannten Allis-Chalmers-Straßenhobelprogramms neben einem 127-PS- und einem 80-PS-Grader einen neuen 58-PS-Straßenhobel (Abb. 8).

Dieses leichte Gerät ist nach den Betriebsgrundsätzen der schweren Hobel gebaut. Im vierten Gang ist eine maximale Geschwindigkeit von 40,6 km/h erreichbar. Für die Gewichtsverteilung wurde der Motorblock so über die beiden angetriebenen Hinterachsen gelegt, daß dort $\frac{2}{3}$ des Gesamtgewichtes übertragen werden; die Vorderachse nimmt $\frac{1}{3}$ der Last auf. Bei der Fahrt in schwierigem Gelände ist die pendelnde Lagerung der Hinterräder und die pendelnde Aufhängung der Vorderachse vorteilhaft.

Das 3,05 m breite Schälmesser hat ein Evolventenprofil. Alle Bewegungen des Messers werden hydraulisch gesteuert. Es kann nach beiden Seiten ausgefahren und auf 90° hochgeschwenkt werden. Der Schnittwinkel des Messers ist ebenfalls verstellbar. Zum Gegensteuern bei einseitiger Belastung des Straßenhobels mit ausgefahrenem Hobelmesser lassen sich die Vorderräder auch bei diesem leichten Gerät bis zu einem Sturz von 25° hydraulisch verstellen.

Als Zusatzeinrichtungen stehen, wie bei den größeren Straßenhobeln, Aufreißzähne und ein Frontplanierschild zur Verfügung. Eine weitere Ergänzung des Arbeitsbereiches kann eine am Heck montierte 0,5-m³-Ladeschaufel bringen.

Gattierungsautomat mit Betonmischanlage

Ein von der Augsburger-Waagenfabrik Ludwig Pfister, Augsburg, ausgetesteter Gattierungsautomat ist für den Einbau in einen Betonmischurm oder in einem Zuteilturm

zum Beladen von Transportmischern bestimmt. Die Waage ist als Mehrkomponentenwaage ausgebildet; die einzelnen Korngruppen werden nacheinander vollautomatisch entsprechend den voreingestellten Gewichtsmengen gewogen. Ist die Aufgabe der Zuschlagstoffe beendet, so öffnet sich der Wägebehälter selbsttätig und die zugeteilten Sand- und Kiesmengen werden dem Mischer zugeführt. Auch das Aufgeben von Wasser und Zement kann dem Arbeitszyklus angeschlossen werden (Abb. 9).

Durch den Anbau eines Druckwerkes besteht die Möglichkeit, die zugeteilten Mengen der einzelnen Körnungen auf einer Wiegekarte festzuhalten, um für die Abrechnung einen Beleg über die gelieferte Betongüte zur Verfügung zu haben.

Mit einem Schablonen-Vorwählgerät wird der Übergang zu einem anderen Mischrezept beschleunigt. Zu jedem häufiger geforderten Rezept liegt eine zugeschnittene Schablone bereit, die mit wenigen Handgriffen einzulegen ist. Seltene benötigte Zusammenstellungen können auch von Hand gewählt werden.

Transport-Mischer

In Lizenz der amerikanischen Herstellerin hat die Rex Hünnebeck GmbH, Lintorf bei Düsseldorf, den Bau von Rex-Transportmischern aufgenommen. Sie werden mit Trommelgrößen für 3, 4 und 5,5 m³ Beton zum Aufbau auf handelsübliche Lastkraftwagen-Fahrgestelle mit zwei oder drei Achsen geliefert. In Hannover zeigte die Hünnebeck GmbH, Düsseldorf, als Vertriebsgesellschaft den Rex-Transportmischer auch in Verbindung mit Spezialfahrgestellen, bei denen für den Baustelleneinsatz besonderer Wert auf Wendigkeit, Geländegängigkeit und Verwindungssteifigkeit gelegt wurde (Abb. 10).

Die Trommel wird an ihrem hinteren Ende durch eine Rollenketten in Bewegung gesetzt. Den Antrieb übernimmt der Fahrzeugmotor. Er ist so ausgelegt, daß das langsame Rotieren der Trommel bei der Verwendung als Nachmischer auch während der Fahrt möglich ist. Durch eine pneumatische Kupplung läßt

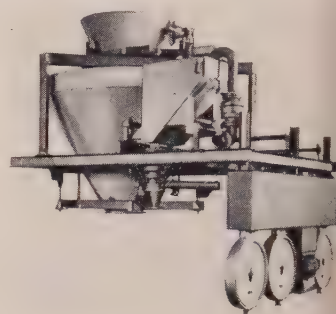


Abb. 9. Pfister-Gattierungsautomat für gewichtsmäßiges Zuteilen.

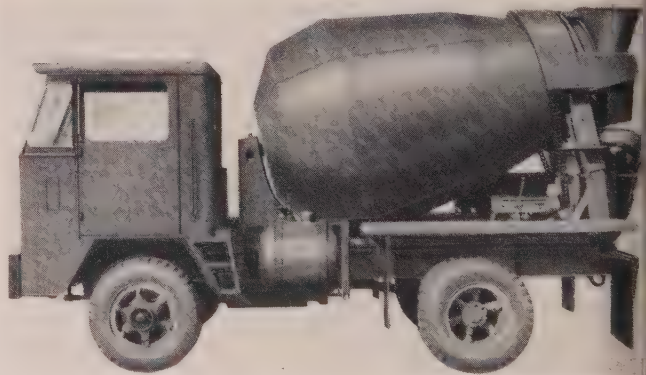


Abb. 10. Rex-Transportmischer auf Zweifachsfahrgestell; Inhalt 3 m³.

sich der Trommelantrieb ausschalten, um die volle Motorleistung auf die Fahrzeugachse übertragen zu können.

Der große Querschnitt des Einfülltrichters sichert ein schnelles störungsfreies Beschicken der Trommel. Der Abwurfpunkt der Auslauffrinne ist höhenverstellbar. Durch das Ansetzen von Verlängerungsstücken ist die Rinnenlänge zwischen 1,50 und 3,90 m veränderlich. Ein Zähler am Wasserzulauf dient zur Überwachung der zugesetzten Wassermenge. Je nach der Größe des Mixers faßt der Wassertank zwischen 190 und 250 l. Er ist seitlich am Rahmen des Fahrgestelles oder auf Wunsch auch als Toptank zwischen dem Führerhaus und der Trommel angebracht. Das Wasser kann der Mischung durch Druckluft oder mittels einer Pumpe zugeführt werden.

Eine Reihe von Transportmischern von De Jong mit Trommelgrößen von 3 bis 6 m³ Fertigbeton wurde von Horst Baumaschinen, Hamburg-Altona, auf verschiedenen Fahrgestellen mit zwei und drei Achsen ausgestellt. Der kleinste Typ der De Jong-Baureihe weist einen Inhalt von 2,5 m³ auf. Die Trommeln sind sowohl als Nachmischer für die Aufnahmen v

ig gemischtem Beton als auch als Transportmischer für das chen bei der Ankunft auf der Baustelle geeignet. Für e zweite Betriebsweise sind die Fahrzeuge mit einer Wasser- mel zur Aufnahme eines Vorrates ausgerüstet, aus dem die eine Mischung benötigte Menge der Trommel zugeteilt wird b. 11).

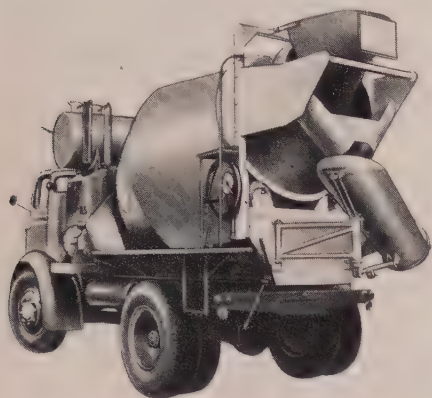


Abb. 11. De Jong-Transportmischer auf Zweiachs-Fahrgestell. — Inhalt 3 m³.

Für die Bewegung der Trommel besitzen die Geräte einen stützlichen zweiten Motor, der den Mischer unabhängig vom arzeugmotor antreibt. Besondere Aufmerksamkeit wurde den richtungen zum Beschicken und Entleeren der Trommel ge- met, um im Betonwerk und auf der Baustelle die Halte- en auf ein Minimum herabzudrücken.

Fahrbare und stationäre Kompressoren

Das Kompressoren-Programm der FMA Pokorny, Frank- t/Main, erstreckt sich auf fahrbare und stationäre Geräte,



Abb. 12. Fahrbarer Kompressor „robot“ DW 80 mit Luftkühlung. — ermenge 8 m³/min; Betriebsdruck 7 atü; Motorleistung 82 PS; Gewicht 2500 kg.

mit Luft- und Wasserkühlung ausgerüstet sind. Die Bau- e der luftgekühlten „robot“-Verdichter reicht bis zu Liefe- ren von 9 m³/min; die Reihe der wassergekühlten Verdich- mit der Typenbezeichnung „neptun“ erstreckt sich auf tungen bis 17 m³/min. Sowohl die fahrbaren als auch die onär verwendbaren Geräte sind für den Einsatz auf der stelle zugeschnitten.

Die Reihe der wassergekühlten Geräte, die bei stationärer etellung meist bevorzugt werden, ist im letzten Jahr von A-Pokorny herausgebracht worden. Sie sind auf Betriebs- lke von 4 bis 12 atü eingerichtet. Auch bei den stationären epressoren kann heute auf ein Fundament verzichtet wer- Sie stützen sich in drei Punkten auf Gummilagern.

Die fahrbaren Typen ruhen auf einem Einachs-fahrgestell sind für den Baustellenwechsel mit Luftbereitung und mit e Anhänger-Kupplung ausgestattet (Abb. 12). Die Vor- ften der Straßenverkehrs-Zulassungsordnung fordern u. a. Auflaufbremse und die Ausrüstung mit Rückstrahlern, iß-, Blink- und Bremsleuchten. Die Stahlrohre des Fahr- llrahmens werden als Windkessel verwendet.

Der übliche Betriebsdruck von 7 atü wird in einer zwei- gen Verdichtung erzielt. Die Zylinder sind in V- oder orm angeordnet. Zwischen den beiden Stufen wird die in einem Zwischenkühler nahezu auf die Außentempera- rückgekühlt. Alle Kompressoren sind mit einer automatischen

Druckregelung ausgerüstet. Eine selbsttätige Regelung der Motordrehzahl besitzen alle Verdichter mit Liefermengen über 4 m³/min. Bei ihnen wird die Motordrehzahl auf 60 % der Nenndrehzahl herabgesetzt, wenn der Kompressor leer läuft.

Den Antrieb übernehmen Diesel- oder Elektromotoren. Die Leistungsreserve der Dieselmotoren ist so groß, daß sie sich auch in höheren Gebirgslagen betreiben lassen. Für den Elektroantrieb finden angeflanschte Motoren Verwendung.

Randstreifen-Bauzug

Mit einer Maschinengruppe für den Einbau der Randstreifen und der Standspur faßt die ARBAU, Heidelberg, im Betonfahrbahnbau Fuß. Zu diesem schienengeführten Zug gehören der Fertiger für den Unterbeton des Randstreifens, das Vibrationsfugenmesser zum Einrütteln der Fugenbretter in den frischen Unterbeton und der zweite Fertiger für die weiße Oberbetonschicht mit dem angehängten Nivellier- und Glätt- automaten zur abschließenden Bearbeitung der Oberfläche (Abb. 13).

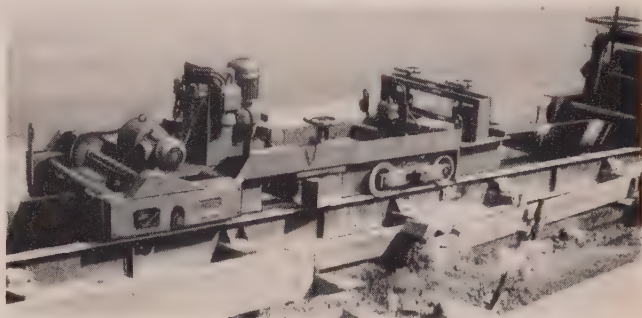


Abb. 13. ARBAU-Nivellier- und Glättautomat. — Arbeitsbreite 0,75 m; Verdichtungstiefe bis 12 cm.

Alle Maschinen sind auf eine Arbeitsbreite von 0,75 m ab- gestimmt. Für den Betrieb können leichte Schalungsschienen verwendet werden, da der Raddruck der Geräte sich zwischen 65 und 100 kg bewegt. Der Fertiger für den Unterbeton kann Schichten bis zu einer Dicke von 40 cm verdichten. Sein Dieselmotor leistet 6 PS. Die Messerschneide für das Einrütteln der Fugenbretter besitzt eine Breite von 18 mm.

Das Kennzeichen des Schlußfertigers ist eine Rüttelbohle zum Verdichten der etwa 12 cm dicken Oberschicht und ein nachfolgender Nivellierrahmen, auf dem sich eine diagonal liegende Glättbohle zur abschließenden Bearbeitung der Ober- fläche des Randstreifens hin- und herbewegt. Die Vorlauf- geschwindigkeit aller Einzelgeräte des Randstreifen-Bauzuges liegt zwischen 0,75 und 2,50 m/min. Sie sind alle selbstfahrbare.

Betonfahrbahn-Nivellierfertiger

Sehr hohe Anforderungen an die Ebenföhrlichkeit können von einer Betonfahrbahndecke erfüllt werden, wenn dem Ferti- ger noch ein Glättbalken folgt. Von der Joseph Vögele A.G., Mannheim, wurde ein selbstfahrendes Gerät entwickelt, das im Anschluß an den Deckenfertiger mit einem schweren Abstreifbalken eine letzte Bearbeitung der Oberfläche vor- nimmt. Dieser „Nivellierfertiger“ (Abb. 14) besteht aus einem Rahmen, der in seinen vier Ecken in schienengeführten Doppel- rippen gelagert ist.



Abb. 14. Vögele-Nivellierfertiger. — Arbeitsbreite 7,50 m; Motor- leistung 10 PS.

Durch diese Lagerung werden Unebenheiten der Schienen und der Schienenstöße vom Fahrgestell, und damit auch vom Abstreifer, ferngehalten und weitgehend ausgeglichen. Die als Kastenprofil ausgebildete Bohle glättet die Decke noch einmal durch ihre hin- und hergehenden Bewegungen, die hydraulisch angetrieben werden. Die genaue Einbauhöhe der Bohle muß vor Arbeitsbeginn eingestellt werden. Die Gleitrichtung des Schichtabstreifers verläuft diagonal zur Fahrbahn. Die Hublänge liegt zwischen 14 und 15 cm. Großen Einfluß auf die Untersetzung aller Unebenheiten, die in der Schienenlage auftreten, hat die große Länge des Fahrgestelles von 9,30 m.

Das Fahrwerk des Nivellierfertigers und den Ölumlaufr für die hydraulische Steuerung der Glättbewegungen treibt ein 10-PS-Dieselmotor an. Zur Kontrolle der Arbeitsvorgänge und zur Beobachtung des erreichten Deckenschlusses nimmt der Bedienungsmann seinen Platz direkt auf dem Abstreifbalken ein. Eine Laufbohle gestattet ihm den Zugang zu jedem Punkt der eingebauten Betonoberfläche. Die Vorlaufgeschwindigkeit ist auf die Leistung des vorausgehenden Fertigers abzustimmen.

Betonfahrbahn-Nachlaufglätter

Auf einen eigenen Fahrtrieb für die Glättbohle verzichten die ABG-Werke, Hameln. Dieses Gerät, das ebenfalls eine abschließende Abstreif- und Glättarbeit auf der frisch eingebauten Betonfahrbahn ausführt, ist als Nachläufer zum Fertiger gebaut und beim Vortrieb an diesen angehängt.

Die langgestreckten Holme zur Aufnahme der Abstreifbohle sind vorn gelenkig am Rahmen des Fertigers gelagert. Hinten ruhen sie auf einem nachgezogenen zweiachsigen Wagen. Die Bohle läßt sich quer oder diagonal zur Straßenachse anordnen. In der Arbeitsbreite können der Nachläufer und die Bohle auf die Abmessungen des Fertigers in den Grenzen zwischen 2,50 und 7,50 m eingestellt werden.

Die Abstreif- und Glättbohle führt zwei Bewegungen aus. Die hin- und hergehende Bewegung in Richtung der Bohlenachse wird vom Motor des Fertigers mechanisch angetrieben. Die zusätzlichen Rüttelbewegungen treibt ein Ölmotor an, der über eine Schlauchverbindung von einer auf dem Fertiger angebrachten Pumpe gespeist wird (Abb. 15).



Abb. 15. ABG-Nachlaufglätter VAZ 60. — Arbeitsbreite 2,50—7,50 m.

Da der Nachlaufglätter mit dem Fertiger gekoppelt ist, schließt sich die Bearbeitung der Fahrbahnoberfläche mit der Vibrations-Pendelbohle unmittelbar an die Verdichtungsarbeit des Fertigers an.

Bindemittelbehälter mit indirekter Beheizung

Das Kernstück der indirekten Beheizung von Versorgungsbehältern für den bituminösen Straßenbau ist ein Durchlauferhitzer mit einem Ölbrenner, in dem ein umlaufender Ölstrom so erhitzt wird, daß er einem System von Heizschlangen genügend Wärme für die Aufheizung der Behälter verleihen kann. Da das Bindemittel nie unmittelbar mit der Flamme eines Brenners in Berührung kommen kann, bietet die Thermalöl-Umlaufheizung die beste Gewähr für eine schonende Behandlung des Bindemittels (Abb. 16).

Abweichungen von der gewünschten Verarbeitungstemperatur werden durch eine selbsttätige Thermostatsteuerung des Brenners im Umläuferhitzer laufend korrigiert. Die Anheizzeiten des indirekten Betriebes sind länger als bei der Flammrohrheizung. Durch eine Zeitschaltung kann die Heizung jedoch bereits vor der allgemeinen Arbeitsaufnahme auf der Baustelle

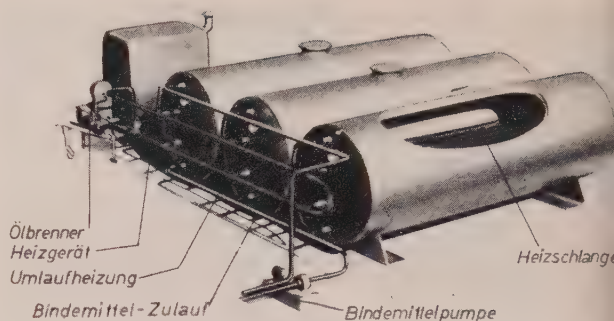


Abb. 16. WIBAU-Bindemittelbehälter mit Thermalöl-Umlaufheizung. Inhalt $3 \times 25\,000$ l.

ohne eine besondere Beaufsichtigung anlaufen, um zeitgerecht die geforderte Temperatur des Bindemittels zu erreichen. Großanlagen mit mehreren Kesseln (Abb. 16), die die WIBA Gelnhausen, Hessen, in Größen bis zu 25 000 l anbieten, lassen sich die Aufheizgeschwindigkeiten so regeln, daß sich die Betriebstemperatur in den einzelnen Tanks abgestuft nacheinander zum Zeitpunkt des Bedarfes einstellt.

In den indirekt beheizten Kesseln braucht ein Restbestand Bindemittel nicht zurückzubleiben; der Inhalt kann auf der Baustelle stets restlos verarbeitet werden. Zur Sicherung der Betriebsbereitschaft einer Mischanlage lassen sich alle Leitungen und die Förder- und Steuereinrichtungen mit einer Mantelheizung an den Ölkreislauf anschließen.

Fertiger für den bituminösen Straßenbau

Mit einem neuen Schwarzdeckenfertiger für Arbeitsbreiten zwischen 2,50 und 4,50 m ergänzen die Alfelder Eisenwerke, Alfeld/Leine, ihr Fabrikationsprogramm. Der Fertiger ruht auf einem langgestreckten Raupenfahrwerk mit fünf Achsen, das auch bei gefülltem Aufgabekübel den auftretenden Bodendruck auf maximal $0,8 \text{ kg/cm}^2$ begrenzt (Abb. 17).

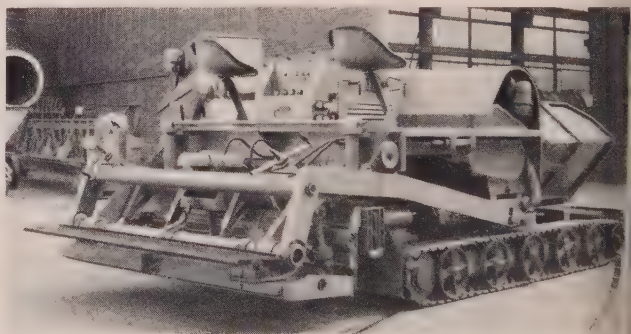


Abb. 17. Alfelder Fertiger für bituminöse Decken „J VI“. — Arbeitsbreite 2,50—4,50 m; Einbaudicke 10—220 mm; Motorleistung 42 kW.

Das aus dem 5-t-Vorsilo über ein Plattenband fließende Mischgut wird durch eine hin- und hergehende Verteilerschar mit hydraulischer Steuerung auf die volle Einbaubreite verteilt. Das Abgleichen und Vorverdichten der ausgebreiteten Schicht übernimmt eine Rüttelbohle, die höhenverstellbar am Heck des Fertigers nachgeschleppt wird. Die Schwingungsregung ist an die Vorderkante der Bohle gerückt worden, daß hier eine stampfende Bearbeitung ausgeführt wird. Die feste Aufhängung des rückwärtigen Bohlentelles bewirkt am Schluß des Umlaufes eine gleitende, nivellierende Wirkung. Die Frequenz der Fertigerbohle liegt bei 13 Hz; die Amplituden lassen sich zwischen 0 und 7 mm regeln.

Für den Antrieb des Gerätes findet ein luftgekühlter 42-PS-Dieselmotor Verwendung, der einen Gleichstromgenerator einer Leistung von 26 kW und einen Steuer-Generator 11 kW betreibt. Das Fahrwerk, das Plattenband und der zentraler der Verdichtungsbohle sind mit elektrischen Einbaomotoren ausgerüstet.

Zum Entleeren des Mischgutsilos sind die Seitenwände hydraulisch hochklappbar. Das Plattenband kann bei großen Einbaudicken maximal 160 t/h fördern. Für die Arbeitsgeschwindigkeit ist ein Bereich bis 8,5 m/min vorgesehen. Das Schichtgetriebe bietet eine Abstufung in 10 Gängen. Die Transportgeschwindigkeit des Fertigers ist zwischen 5 und 50 m/min regelbar.

Dr. B. Hille, Aachen

Rüst- und Schalungsgeräte auf der DIM 1961 in Hannover

Obwohl die Entwicklung in den letzten Jahren vielfach zu weitausgereiften Konstruktionen auf dem Gebiete der Schalungs- und Rüstgeräte geführt hat, wurden auch in diesem Jahr in Hannover, neben Altbewährtem, doch wieder viele interessante Neuentwicklungen und Verbesserungen gezeigt, von denen hier nur einige als Beispiele behandelt werden können. Schon am Nordeingang zum Messegelände ist eine schwingvolle Konstruktion aus Bauelementen des Rüstträgers SL 15 der Hünnebeck GmbH, Düsseldorf, mit einer Höhe von 21 m bei 39 m Spannweite, das besondere Interesse der Besucher an (Abb. 1). Der Messestand dieser Firma, überragt von einem 64 m hohen Turm aus Stahlprofilen, bot einen Überblick über das bekannte Produktionsprogramm von Rüst- und Schalungsträgern, Stahlrohrstützen, Stahlprofilen, Schalarmen, Winkelzwingen und Verschwertungsklammern.

Der Rüstträger SL 15 wurde mit einem neuen Universalaufleger gezeigt (Abb. 2), das den Vorteil bietet, Rüstträger nur durch Drehen der beiden Endspannschlösser abzusenken und wieder aufzubauen. Unkontrollierbare Verschiebungen im Tragwerk werden dadurch verhindert, bei der Verschiebung des Lehrgerüsts ein nachfolgender gleicher Bauabschnitt fällt das Wiedereinstellen der erforderlichen Höhe des Trägers. Die schwenkbare Auflagerplatte ermöglicht ein einwandfreies Aufstellen auch bei schiefwinkligen Brücken auf freistehenden Widerlagern ohne Unterfütterungen.

Der neue Rüstträger SL 6 (Biegemoment an Auflagerkraft 7 t) schließt die bisher im Rüstgeräteprogramm offene Lücke zwischen dem Träger SL 15 und Schalungsträgern. Der SL 6 kann durch Unterspannung das zulässige Biegemoment bis auf 24 tm erhöht werden, auch seine Endträger sind mit dem neuen Universalaufleger ausgestattet.

Die Hünnebeck-Dreigurtstütze (Nutzlast 7 t) wurde mit einem neuartigen, sicheren und leicht zu handhabenden Verschluss an der Stoßstelle der Zwischenstücke ausgerüstet. Abb. 3 zeigt die Fußspindel, die ein einwandfreies Ein-



Abb. 1. Konstruktion aus Hünnebeck-Rüstträger SL 15 am Nordeingang zum Messegelände.



Abb. 2. Universalaufleger mit drehbar gelagerter Auflagerplatte in abgesenktem Zustand.

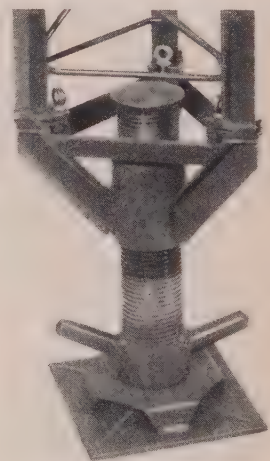


Abb. 3. Fußspindel der Hünnebeck-Dreigurtstütze; Höhenverstellbarkeit 30 cm.



Abb. 4. Stahlrohrturm der Schmiedag A.G. aus Gerüstrohren.

justieren und Absenken der Einrüstung ermöglicht. — Der speziell für den Wohnungsbau bestimmte Schalungsträger „Junior“ zeigt konstruktive Verbesserungen, die eine Erhöhung des zulässigen Biegemoments erlauben. Dem für kleinere Spannweiten konstruierten Schalungsträger „Boy“ (max. Spannweite 3,10 m) wurde der „Boy-Super“ (Spannweiten 2,45 bis 3,75 m) an die Seite gestellt.

Die höhenverstellbaren Stahlrohrstützen wurden durch die neue Type AS ergänzt; diese sehr tragfähigen Stützen wurden für besonders große Höhen im Industriebau entwickelt.

Die Schmiedag A.G., Hagen/Westf. erstellte auf ihrem Messestand einen eindrucksvollen 30 m hohen Gerüstturm aus Stahlrohren, die mit Exzenterkupplungen (System Wolff) verbunden wurden (Abb. 4). Diese Kupplungen werden beim Bau von Lehrgerüsten zur Aufnahme hoher Betonlasten verwendet.

Neu waren die um 50 cm in der Länge verstellbaren Gerüstspindeln, bei denen ohne Schraubenverbindung, ebenfalls nur durch das Exzenterpiel, die jeweils eingestellte Länge der Spindel festgelegt und auch gehalten wird. Eine weitere Neuentwicklung ist der HICO-Schalungsträger V 380 mit einem Auflager, das die Tragfähigkeit des Trägers wesentlich erhöht.

Der Stahlrohrturm zeigte, daß die Bauarbeit durch geschickte Neuerungen wesentlich erleichtert werden kann. In der Mitte des Turmes bot ein HIRO-Personenaufzug der Firma Hillen-

kötter & Ronsieck nicht nur die Möglichkeit, das Freigelände zu überblicken, sondern auch einen neuartigen Personenaufzug unter wirklichkeitsnahen Bedingungen in der Praxis zu beobachten. Der Hersteller bietet Personen- und Lastenaufzüge mit Ward-Leonhard-Antrieb an, die sich durch ein besonders weiches Anfahren und Halten auszeichnen. Zu begrüßen ist die vom Hersteller eingeführte Typisierung des Programms, das auch den Architekten und Bauherren den Einbau von Aufzügen erleichtert.

Die verschiedenen Typen der bekannten FIX-Schalungsträger der Betonbau GmbH, Neuss/Rh., wurden auch diesmal in Hannover gezeigt; sie sind mit der Brücke-Keil-Verbindung ausgerüstet, durch die Innen- und Außenträger miteinander verspannt werden. Der Keil ist am Untergurt über die ganze Länge des Balkenteils unverlierbar längsverschieblich, die Brücke verbindet die beiden Untergurte an den Enden des Gitterteiles, um das Gegenlager für den Keil zu bilden; auch die Brücke ist unverlierbar am Untergurt befestigt. Beim Ausschalen löst man die Brückensicherung, schlägt den Keil los und klappt die Brücke nach unten auf. Der Balkenteil wird dadurch frei und kann unabhängig vom Gitterteil ausgebaut werden. Auch beim Vorbereiten der Trägerkombination zur Einschalung kann bei geöffneter Brücke der Balkenteil von oben in das Gitterteil gelegt werden. Da ein Einschieben des Balkenteils in seiner ganzen Länge nicht erforderlich ist, wird auf der Baustelle Platz gespart.

Für den Industriebau hat die Fa. Betonbau GmbH. den FIX-2-Schalungsträger entwickelt (Biegemoment 1,5 tm, Auflagerkraft 1,5 t), für den Wohnungsbau die Type FIX-Wo-Bau (Biegemoment 825 kg/m, Auflagerkraft 1,0 t), dessen kleinste Spannweite 1,90 m beträgt, größere Spannweiten werden durch Aneinanderreihen von Gitter- und Balkenteilen in wechselnder Folge erzielt. Für Industrie- und Wohnungsbau eignet sich der All-Fix-Träger mit einem Biegemoment von 1,3 tm und 1,3 t Auflagerkraft. Er kann bei einer Spannweite von 5,0 m mit ca. 2,1 t belastet werden.

Bei dem, jeder Bogenform anpassungsfähigen, flexiblen BK-Schalungsträger entfällt ein Auffüttern des Trägers, er kann exakt gebogen werden. Seine Einsatzmöglichkeiten sind sehr vielseitig, z. B. bei Kuppeln, Schornsteinen, Fernsehtürmen, Schalensheds, Stollen usw. Bisher wurde der BK-Träger in 2 Querschnittshöhen hergestellt: 11,6 cm, bestehend aus Ober-

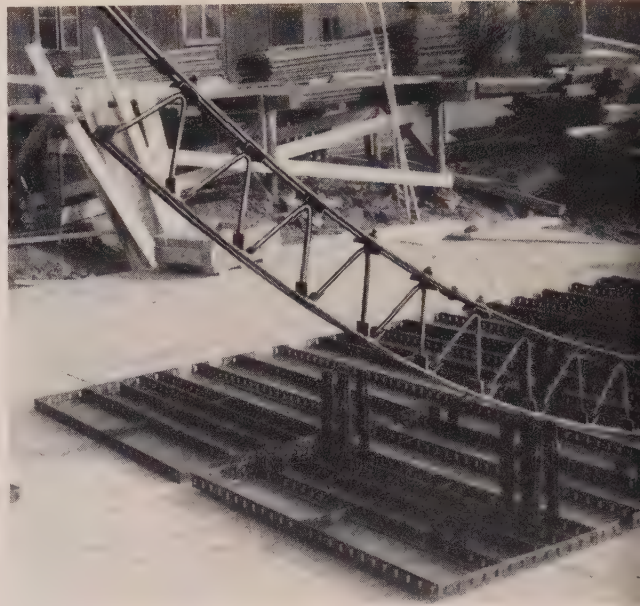


Abb. 5. Befestigen der Schalungstafeln am 24 cm hohen BK-Schalungsträger.

und Untergurt mit einer Flacheisen-Bügelreihe; und 22 cm, mit einem zusätzlichen Mittelgurt und zwei Bügelreihen. Neuerdings stellt ihn die Betonbau GmbH mit 24 cm Querschnittshöhe her (Abb. 5), dabei entfällt die doppelte Bügelreihe und der Mittelgurt. Diese Neukonstruktion ermöglicht es, die Einschalung noch lohnsparender durchzuführen. Die Träger Teile werden in Längen von 1,25 m bis 5,5 m (um jeweils 25 cm steigend) hergestellt. Auch dieser neue BK-Träger gestattet es, alle konkaven und konvexen Krümmungen bis zu einem Krümmungsradius von 3 m auszuführen, sein Biegemoment beträgt 0,8 tm, die größte Querkraft am Auflager 1,1 t.

Buchbesprechungen

DK 624.073.12.075.4 : 624.043 (083.5 : 023)

Theimer, O. F.: Hilfstafeln zur Berechnung wandartiger Stahlbetonträger nebst 3 Rechenbeispielen. Dritte erweiterte Auflage. VI und 50 S., 17 × 23 cm, mit 23 Abb. u. 18 Tafeln. Berlin: W. Ernst & Sohn 1960. Brosch. 8,60 DM.

Die dritte Auflage des Buches innerhalb von 4 Jahren beweist, welcher Beliebtheit sich die Hilfstafelsammlung in Fachkreisen erfreut. In der dritten nunmehr erweiterten Auflage wird das Buch durch wertvolle Diagramme ergänzt, die eine noch einfachere und schnellere Berechnung der Wandscheiben ermöglichen. Darüber hinaus wurden Diagramme für die einfeldrige, einseitig eingespannte Scheibe zur näherungsweise Berechnung derselben in das Buch aufgenommen.

Jede Zusammenfassung von Rechenergebnissen in Tabellenform birgt jedoch die Gefahr in sich, daß einschränkende Voraussetzungen von dem die Tabelle handhabenden Ingenieur nicht erkannt werden und so dieselben auch nicht selten ungerechtfertigt angewendet werden. Aus diesem Grund sei es erlaubt, auf einige nur sehr knapp behandelte Einschränkungen im Rahmen dieser Buchbesprechung hinzuweisen.

Die Berechnung der einfeldrigen Scheibe erfolgt durch Extrapolation aus den Ergebnissen des Durchlaufträgers für antimetrische Belastung (S. 8/9). Hierbei wird nur kurz darauf hingewiesen, daß am unbelasteten Querrand (vertikaler Rand) σ_x -Spannungen, die in sich ein Gleichgewichtssystem bilden, übrigbleiben. Nach dem St. Venantschen Prinzip sind diese für den Mittelschnitt nur vernachlässigbar, wenn $a/b = 1$ ist. Dieser Fall ist nur selten gegeben, so daß die Berechnung dieser Störung nach einem bekannten Verfahren unzulässig ist.

Für die Berechnung des Schubefflusses führt Theimer Bemessungsvorschläge ein, die der Flächentragwerktheorie nicht gerecht werden. Da andererseits die obengenannten Störungen sich besonders im Bereich der größten Hauptzugspannungen auswirken, seien bis zur Ergänzung des vorliegenden Buches in dieser Richtung die einschlägigen Arbeiten über das gleichartige Krafteinleitungsproblem beim Spannbetonbau zum Nachweis empfohlen.

Schließlich bringt der Verfasser noch eine Näherungslösung für die einfeldrige einseitig eingespannte Scheibe. Da man jedoch von

jeder Näherung verlangen muß, daß sie auf der sicheren Seite liegt, was für die benutzte nicht bewiesen ist, sei für die Berechnung extremer Fälle auf die Arbeit von Parkus über den wandartige Träger auf drei Stützen verwiesen, da die hiermit gewonnenen Ergebnisse zweifelsfrei auf der sicheren Seite liegen.

E. A. Rose, Hannover.

DK 625.739.4 : 625.72 : 711.73 (082.1 : 023)

Feuchtinger, M.-E.: Planungsbeispiele für Knotenpunkte des Straßenverkehrs. Forschungsarbeiten aus dem Straßenwesen. Neue Folge, Heft 44. 94 S., 21 × 29,7 cm, mit 105 Abb. B. Godesberg: Kirschbaum Verlag 1960. Brosch. 25,— DM.

Die Knotenpunkte bestimmen weitgehend den verkehrlichen Wert eines Straßenzuges oder eines Straßennetzes. Nun ist der Fragenbereich für die Ausbildung verkehrsgerechter Knoten sehr komplex. Dies ist wohl auch der Grund, daß bis jetzt noch keine Richtlinien oder Empfehlungen für die zweckmäßige Ausbildung von Knotenpunkten in Deutschland zur Verfügung stehen.

Die zahlreichen Planungsbeispiele, die Feuchtinger in den letzten Jahren für die Praxis bearbeitet hat, stellen eine ausgezeichnete Lehrsammlung dar. Alle Beispiele lassen erkennen, daß der Entwurf in jedem Falle eine detaillierte Verkehrserhebung vorausgehen muß und daß eine entsprechende Verkehrsstromführung und gegebenenfalls die Lichtsignalregelung die wichtigsten Hilfsmittel der reibungslosen Abwicklung des Verkehrs sind. Bei den mehrgeschossigen Knoten hängen wir in Deutschland noch zu stark Kleeblatt- und Trompetenformen. Hier werden in der Zukunft eingehenderen Verkehrsprognosen, vor allem für Schnellstraßen Stadtbereichen, zu einer viel größeren Variation der Grundform der Knotenpunktausbildung führen. Im übrigen kann jeder Knoten nur im Zusammenhang mit dem betreffenden Netz betrachtet werden und jede größere Änderung im Bereich eines Knotens hat nicht nur Auswirkungen auf den Verlauf der Ströme in dem betrachteten, sondern auch in den benachbarten Knotenpunkten zur Folge. Die Beispiele der Feuchtingerschen Sammlung zeigen auch, welche Schwierigkeiten dem planenden Ingenieur, vor allem bei stark belasteten Knotenpunkten, die Straßenbahn und die Radfahrer verursachen.

Alle Planungen weisen die gleiche Systematik auf, die bezeichnend ist für sämtliche Arbeiten des Verfassers, dessen Tätigkeit

enverkehrstechnik in den letzten Jahren so entscheidend gefördert. Die Entwürfe lassen auch den Grundsatz erkennen, daß Verkehrsführung stets leicht begreiflich sein soll — eine Forderung, die so selbstverständlich erscheint und die sich doch meist so schwer realisieren läßt. Aus dieser Publikation von Feuchtinger wird uns erneut bewußt, welcher Verlust sein früher Tod für die Welt bedeutet.

B. Wehner, Berlin.

531 + 532.5 + 533.6 (021)

Prandtl, L.: **Gesammelte Abhandlungen zur angewandten Mechanik, Hydro- und Aerodynamik.** Herausgegeben von Tollmien, H. Schlichting, H. Görtler. Schriftleitung W. Riegels. Mit einem Porträt und 1003 Abb., 16 × 24 cm. 1: XX u. S. 1—574. Teil 2: XIV u. S. 575—1070. Teil 3: u. S. 1071—1620. Berlin/Göttingen/Heidelberg: Springer Brosch. alle 3 Teile 273,— DM, geb. 288,— DM.

Die drei Bände enthalten alle wissenschaftlichen Arbeiten Prandtls in der Originalfassung. Es sind mehr als 130 Arbeiten in Gebieten der angewandten Mechanik, wie Elastizität, Plastizität, Logie; ferner im Gebiet der Strömungslehre die Arbeiten über Flügel und Luftschrauben, Grenzschichten und Widerstand, Turbulenz und Wirbelbildung, Gasdynamik, Meteorologische Anwendungen und Modellversuchswesen. Prandtls „Führer durch die Strömungslehre“ und die Handbuchbeiträge sind nicht mit aufgenommen.

Dem Lebenswerk dieses großen Gelehrten in einer Buchauswertung gerecht zu werden, ist selbstverständlich in diesem Rahmen nicht möglich. So muß es hier bei einem Hinweis auf die allseitige Bedeutung dieses Sammelwerkes bleiben.

Prandtl hat der Strömungslehre ihre heutige Gestalt gegeben. Forschende und konstruierende Ingenieure verdanken ihm die sinnvolle Verbindung der Lösungen der klassischen Hydrodynamik mit empirischen Daten der Versuche in realen Flüssigkeiten. In allen Büchern finden wir die Darstellungen der „Grenzschichttheorie“, „Tragflügeltheorie“ und der „Mischungstheorie“, um nur drei Beispiele der von Prandtl geschaffenen grundlegenden Konzepte zu nennen; aber nur wenige werden sich die Mühe gemacht haben, die immer wieder zitierten Quellen aufzusuchen. Die „Gesammelten Abhandlungen“ sind daher von hohem heuristischem Wert, und zum tieferen Verständnis der modernen Strömungslehre sind sie sehr empfohlen werden, die erste Darlegung der Grenzschichttheorie, „Über Flüssigkeitsbewegung bei sehr kleiner Reibung“, die Arbeiten über den Vorstellungen in „Eine Beziehung zwischen Reibungswiderstand und Strömungswiderstand der Flüssigkeiten“ zu folgen. Man begegnet hier, wie praktisch in allen Arbeiten, der Eigenart Prandtls, mehr führend und anregend als belehrend zu sein. Für den Bauingenieur mag es von besonderem Interesse sein, den großen Anteil von Arbeiten auf den Gebieten der Stabfestigkeit und der Spannungen in festen Körpern kennenzulernen.

Eine Würdigung Prandtls tritt uns in dem Vorwort von Tollmien und Th. v. Kármán entgegen. Die Abschnitte, die

W. Tollmien dem Gesamtwerk zum Geleit voranstellt, enthalten biographische und das Tätigkeitsfeld ordnende Hinweise, die die Abhandlungen in schöner Weise bereichern.

Der Druck des Textes, der Tabellen und der zahlreichen Diagramme ist sehr gut. Besondere Freude bereitet die Wiedergabe der inzwischen in viele Bücher übernommenen Strömungsphotographien aus Prandtls erstem Göttinger Wasserkanal.

R. Wille, Berlin.

DK 517.2 : 517.5 : 517.9 (023)

Sauer, R.: **Ingenieur-Mathematik.** 2. Bd.: Differentialgleichungen und Funktionentheorie. XII u. 180 S., 15,4 × 23,2 cm, mit 95 Abb. Berlin/Göttingen/Heidelberg: Springer 1961. Geb. 18,— DM.

Schon in der Besprechung des ersten Bandes „Ingenieur-Mathematik“ von Sauer (Bauingenieur 1960, Seite 243) wurde von dem Referenten betont, wie sehr dieses Unterfangen zu begrüßen ist; also der gelungene Versuch, in den Mathematik-Vorlesungen für Ingenieure der Schwierigkeit Herr zu werden, die dadurch entstanden ist und die immer größer wird, daß die für Ingenieure notwendigen mathematischen Hilfsmittel einerseits immer umfangreicher werden, andererseits der Ingenieurstand wegen der gleichen Situation in den anderen Fächern immer mehr belastet wird. Auch in dem nunmehr erschienenen zweiten Band gelingt Sauer in meisterhafter und vorbildlicher Weise, dieses Problem zu lösen. Nachdem im ersten Band alles das, was üblicherweise unter „Differential- und Integralrechnung“ zusammengefaßt wird (Zahl-, Funktionen-, Grenzwert-, Differentialquotient und Integral, konvergente Reihen, numerische und graphische Methoden, Vektorrechnung und analytische Geometrie, Funktionen und Flächen), enthält der zweite Band unter dem Stichwort „Differentialgleichungen und Funktionentheorie“ die Differentialoperatoren und Integralsätze der Vektorrechnung, gewöhnliche Differentialgleichungen, lineare Schwingungen, Fourier-Reihen, Wellengleichung und Potentialgleichung, Einführung in die Funktionentheorie, konforme Abbildungen und schließlich Anwendungen auf Aerodynamik und Elektrostatik. Auch in diesem Band werden die schwierigeren mathematischen Beweise in einem „Anhang“ gebracht, so die Herleitung der Integralsätze von Gauss und Stokes, der Existenz- und Eindeigkeitssatz für Differentialgleichungen erster Ordnung, Fehlerabschätzung des Differenzenverfahrens für gewöhnliche Differentialgleichungen usw. Bei jeder sich bietenden Gelegenheit wird durch geschickt ausgewählte Beispiele aus allen Gebieten der Physik und insbesondere auch der Ingenieur-Mechanik der Zusammenhang zwischen Theorie und Anwendung hergestellt. Auch in diesem Band muß die Reihenfolge des Dargebotenen gelobt werden, da sie den Bedürfnissen der Parallelvorlesungen in Physik und Mechanik, soweit es überhaupt möglich ist, entgegenkommt. Mit diesem zweiten Band ist in der Fachliteratur eine Lücke in richtungsweisender Art ausgefüllt worden, und der Verfasser kann zu seinem gelungenen Werk und der Verlag zu der wohlgefalligen Ausstattung beglückwünscht werden!

I. Szabó, Berlin.

Verschiedenes

Professor Agatz 70 Jahre

Der Herr Professor Dr.-Ing. E. h. Dr.-Ing. Arnold Agatz feiert am 23. August sein 70. Lebensjahr. Seine Persönlichkeit und sein Wirken wurden im Bauingenieur 31 (1956), S. 312, zum Anlaß seines 65. Geburtstages eingehend gewürdigt.

Dem Herrn Professor Agatz gelten die herzlichsten Wünsche der Fachwelt und seiner Freunde zu diesem Tage.

150 Jahre Technische Hochschule Graz

Die Technische Hochschule in Graz begeht vom 24.—26. 11. das Fest ihres 150jährigen Bestehens. Aus diesem Anlaß ist eine Reihe von Festveranstaltungen vorgesehen, zu denen alle an der Hochschule beteiligten Hörer sowie Freunde der Technischen Hochschule in Graz eingeladen werden.

Die notwendigen unverbindliche Voranmeldungen werden an das Rektorat der Technischen Hochschule in Graz, Rechbauerstraße 12, Graz, abgegeben.

Deutscher Betontag 1961

Der Deutsche Beton-Verein hatte vom 22. bis 24. März 1961 in Berlin den Deutschen Betontag nach Berlin eingeladen und wird den ausführlichen Tagungsbericht noch in diesem Jahre veröffentlichen. Im Rahmen dieses Referates werden daher die Fachvorträge nur kurz gestreift; einige aktuelle Probleme, die bei der Arbeitsgemeinschaft zur Sprache kamen, werden ausführlicher behandelt.

Fachvorträge

Am 22. März sprach Ministerialdirigent Dr. Daniel über wirtschaftliche und handelspolitische Fragen bei Auslandsaufträgen. Über den Bau der zweiten Kraftwerksstufe am Rio Negro sprach Dipl.-Ing. Lardschneider. Die 20 m hohe, neun-

feldrige Wehranlage staut zusammen mit einer Schwergewichtsmauer und zwei Erddämmen den Rio Negro zu einem 80 km langen See auf. Besondere Probleme waren bei der Baudurchführung als Folge eines Katastrophenhochwassers im April 1959 zu lösen. Dies belegte ein Filmbericht. Dr.-Ing. Naschold referierte über den Bau einer Kaianlage im Hafen von Rangoon. Eine 480 m lange und 80 m breite Kaiplatte wurde auf 2380 Betonpfählen mit einem Außendurchmesser von 75 cm gegründet. Die bis zu 33 m langen schlaffbewehrten Hohlpfähle wurden in ganzer Länge im Schleuderverfahren hergestellt.

Baudirektor Krause stellte einführend einige theoretische Betrachtungen zur Organisation der Entwurfs- und Bauarbeiten an. Er zeigte die Wichtigkeit einer guten und rechtzeitigen Zusammenarbeit von Entwurfsverfasser, beratendem Ingenieur, ausführendem Unternehmer und der Bauverwaltung auf. Anschließend beschrieb er die verschiedenen Einzelbauwerke der Kläranlage Ruhleben: kegelförmige Nachreinigungsbecken von 14 m Durchmesser und 15 m Tiefe, die nach dem Betonieren im Druckluftverfahren 12 m tief in das Grundwasser abgesenkt wurden; vorgespannte Faulbehälter von 6600 m³ Inhalt, etwa 40 m Höhe und 22 m größtem Durchmesser, die unter Verwendung einer fahrbaren Innen- und Außenrüstung hergestellt wurden; Belebungsbecken von 3,75 · 100 · 150 m Größe, deren Sohlen mit dem Straßenfertiger und deren aufgehenden Wände im Vakuumverfahren betoniert wurden.

Dr.-Ing. Luigi Sala beschrieb eine große Anzahl von Brücken, die im Abschnitt Bologna—Florenz der „Autostrada del Sole“ errichtet wurden, darunter auch eine Bogenbrücke mit 164 m Spannweite. Dieser Autobahnabschnitt von 24 km Länge besteht zu 30 % aus Kunstbauten, die zum Teil in außergewöhnlich schwierigem Gelände bis zu fast 2000 m Höhe liegen.

Dr.-Ing. Blunk berichtete über die Verwendung von Kunststoffen im Beton- und Stahlbetonbau. Bei der schnellen Entwicklung und der Vielfalt der Kunststoffe sind deren Eigenschaften nur lückenhaft bekannt. Die wenigen Versuchsergebnisse und die bisher gesammelten Erfahrungen reichen nicht aus, um das Verhalten der Kunststoffe unter den zu erwartenden Bedingungen zuverlässig angeben zu können. So ist zum Beispiel noch sehr wenig über ihre Alterung bekannt. Als Hauptanwendungsgebiete kommen Verklebungen von Betonteilen, Korrosionsschutz, Isolierung und Dichte sowie Ausbesserungsmaßnahmen in Frage.

Professor Dr. Keil sprach über die Eigenschaften des Zementsteins. Da das Verhalten von Mörtel und Beton zu einem hohen Grade von dem Verhalten des Zementsteines bestimmt wird, ist es wichtig, dessen Eigenschaften zu kennen, um einige betontechnologische Eigenschaften aus der Kenntnis des Zementsteinverhaltens beeinflussen zu können.

Dipl.-Ing. Misch gab einen interessanten Überblick über den Bau von Hochstraßen, die mehr und mehr als Retter einer sonst ausweglosen Verkehrssituation unserer Großstädte auftreten. Dieser Vortrag wurde durch einen Farbtonfilm gleichen Themas ergänzt.

Mit zahlreichen Lichtbildern zeigte Professor v. Halasz die Anwendung von Stahl und Spannbetonfertigteilen im Industriebau, bei Brücken, im Skelettbau und im Wohnungsbau (Großtafelbauweise). Er wies auf die zunehmende Bedeutung der Vorfertigung als Folge der im Verhältnis zu den Materialkosten in den letzten Jahren stärker gestiegenen Lohnkosten hin.

Clara E. Müller berichtete über die Tätigkeit der seit 1941 bestehenden Dokumentationsstelle für Bautechnik.

Dipl.-Ing. Wittfoht referierte über die neue Autobahnbrücke über den Main bei Bettingen mit Spannweiten von 85 — 140 — 85 m. Für eine Spannbetonbalkenbrücke ist 140 m die bisher größte ausgeführte Spannweite. Eine Längsfuge zwischen den beiden Fahrbahnen teilt die Brücke in zwei Überbauten. Der Querschnitt jedes Überbaues ist ein einzelliger Hohlkasten mit einer Bauhöhe von 7 m über den Zwischenpfeilern und 3 m in Feldmitte und an den Brückenenden.

Arbeitstagung

Der erste Teil der Arbeitstagung galt, wie bereits bei dem Betontag 1959 in München, wiederum der Neubearbeitung der Stahlbetonbestimmungen. Professor Dr.-Ing. E. h. Wedler führte aus, daß in den verschiedenen Arbeitsgruppen schon umfangreiche Entwürfe erarbeitet wurden, jedoch sicher noch geraume Zeit vergehen wird, bis die Neufassung verabschiedet werden kann. Er nahm auch zu dem oft den Behörden gemachten Vorwurf Stellung, sie seien an der technischen Entwicklung hinderlich. Er bestritt dies energisch und bemerkte, daß sie bei neuen Bauweisen bremsend seien und so als ein willkommenes Sieb wirkten. Was gut sei, setze sich am Ende auch gegen den anfänglichen Willen der Behörden durch. Diese Ansicht von Herrn Professor Wedler vernahmen die Zuhörer mit Interesse, wird sich doch mancher daran erinnern, wenn er sich gelegentlich, z. B. bei Fertigteilkonstruktionen, durch eine derartige „Siebbremse“ zwingen muß.

Professor Dr.-Ing. Walz erläuterte die Vorschläge der Arbeitsgruppe „Beton“. Für den Beton sollen zukünftig zwei wesentliche Unterscheidungen für die Herstellung, Bauüberwachung und Güteprüfung getroffen werden: für die Betongüten B 80 bis B 225 wird nur noch ein Mindestzementgehalt zwingend vorgeschrieben, während für die höheren Betongüten auch der Wasserzementfaktor begrenzt wird. Es soll damit dem Unternehmer bei den normalen Betongüten weitgehend Freiheit hinsichtlich der zu verwendenden Zuschlagstoffe und bei den höheren Betongüten auch hinsichtlich des Zementgehaltes gelassen werden.

Der Bericht von Professor Dr.-Ing. Weil war dem Schweißen und der zulässigen dynamischen Beanspruchung von Betonstahl gewidmet. Er erläuterte die Vor- und Nachteile verschiedener Schweißverfahren (elektrisches Abbrenn-Stumpfschweißen, Lichtbogenschweißen an überlappten oder durch Laschen gedeckten Stößen, autogenes Stumpf-Preßschweißen). Die Schweißbarkeit jedes Betonstahles soll vor dem Schweißen nachzuweisen sein. Ein einfaches und zuverlässiges Prüfverfahren hierfür wird zur Zeit auf seine Eignung untersucht. Betonstahl III b soll auch für Schwingbelastung zugelassen werden. Zahlreiche Versuche haben ergeben, daß der Rippentorstahl eine Schwingbreite von rd. 10 kg/mm² mit ausreichender Sicherheit ertragen kann. Im übrigen wird hierzu von dem Berichterstatter auf den kürzlich ergangenen Erlaß des Bundesverkehrsministeriums hingewiesen, wonach bei Bauten in dessen Dienstbereich Sonderbetonstähle für dynamische Belastungen unter bestimmten Auflagen angewendet werden dürfen. Es soll bei dieser

Gelegenheit die Hoffnung ausgesprochen werden, daß derartige Sonderbestimmungen sich in Zukunft nicht so vermehren möge, daß eines Tages DIN-Vorschriften ressortweise unterschiedlich sind. Vom fachlichen Standpunkt aus erscheint dies jedenfalls nicht notwendig.

Professor Mlosch berichtete über weitere Untersuchungen zur mitwirkenden Plattenbreite bei Plattenbalken und erwähnt, daß die bisherige DIN 1046 über Rippendecken mit mittragenden Hohlziegeln ganz entfallende und zukünftig in die DIN 1046 eingehen solle.

Der „Bemessung auf Biegung“ kommt im Rahmen der Neubearbeitung der Stahlbetonbestimmungen durch den fachlichen Streit der Meinungen zu n-Verfahren und n-freien Verfahren eine besondere Bedeutung zu. Professor Dr.-Ing. Rüsch teilte mit, daß die zuständige Arbeitsgruppe die n-freie Bemessungsmethode vorschlagen wird. Die Grundlagen hierfür seien durch die Forschungsarbeiten der letzten Jahre ausreichend geklärt. Er begründete nochmals die von den Anhängern des n-freien Verfahrens gesehene Notwendigkeit einer Änderung des bisherigen Bemessungsverfahrens. Als dann ging er auf die Auswirkungen der neuen Bemessungsregeln ein. So ergab sich bei gleicher Gesamtbewehrung ($F_e + F'_e$) wesentlich größere zulässige Momente als nach der jetzigen DIN 1045. Dadurch können viele Bauwerke, für die bisher eine Betongüte B 30 erforderlich war, zukünftig in B 225 ausgeführt werden. Dies mache jedoch eine stärkere Überwachung der Betonqualität erforderlich, da es fast schon Gewohnheit geworden sei, in der Betongüte bei der Bauausführung zu sündigen. Eine weitere Gefahr sieht Professor Rüsch darin, daß in Zukunft noch schlanker konstruiert werden könne. Dies müsse durch den Einbau geeigneter Vorschriften an anderer Stelle verhindert werden, wie z. B. bei den Knickbeiwerten und in den Durchbiegungsrichtlinien.

Über „Bemessung auf Schub“ führte Dr.-Ing. Bay aus, daß — auf den Ergebnissen neuerer Versuche aufbauend — grundsätzliche Änderungen zu erwarten seien. So werde die zulässige Grenze der Schubbeanspruchung gegenüber den jetzigen Vorschriften erhöht, unter bestimmten Voraussetzungen an den Betongüten und die Stahlsorte dürfe von der bisher üblichen vollen Schubsisicherung abgegangen werden, und es werde möglich sein, durch einen Mehraufwand gerader Bewehrungsstäbe in Verbindung mit einer verstärkten Bügelbewehrung Schrägen einzusparen und damit durch Materialeinsatz die für das Biegen notwendigen Lohnaufwendungen herabzusetzen.

Professor Dr.-Ing. Gaede berichtete über weitere Untersuchungen zum Knickverhalten von auf Druck beanspruchten Stahlbetonbauteilen. Da diese Untersuchungen noch längere Zeit in Anspruch nehmen werden, andererseits aber aus Sicherheitserwägungen eine rasche Änderung der bisherigen Bestimmungen notwendig sei, habe die Arbeitsgruppe „Bemessung auf Druck und Knicken“ dem deutschen Ausschuß für Stahlbeton eine vorläufige Regelung als Ergänzung zur bestehenden DIN 1045 vorgeschlagen. Der Berichterstatter verweist hierauf die bereits wiederholt betonte Ansicht, wonach eine Ergänzung der bisherigen DIN-Vorschriften nur für statisch bestimmt gelagerte Stützen notwendig ist.

Schalen und Faltwerke als spezielle Gruppe von Flächentragwerken waren in den bisherigen DIN-Vorschriften nicht behandelt. Dies allein scheint schon deshalb besonders erwähnenswert, da derartige Konstruktionen einen weiten Raum im modernen Stahlbetonbau einnehmen. Die zukünftige DIN 1046 soll einen besonderen Abschnitt den Flächentragwerken widmen für Schalen- und Faltwerke trug Professor Dr.-Ing. Zerr einen Entwurf dieses Abschnittes vor, den er im einzelnen begründete. Wenn man bedenkt, daß ein Teil des vorgetragenen Entwurfs in der endgültigen Fassung deshalb noch entfallen wird, weil er in Abschnitten über zulässige Spannungen eingeht, so ist die Kürze der Fassung besonders begrüßenswert, die das Wesentliche und auch nur dies in der Vorschrift festhalten will.

Für die Arbeitsgruppe „Platten“ berichtete Professor Dr.-Ing. Franz, daß die in der DIN 1045 bisher enthaltene Näherung für die mitwirkende Breite nur für mittige Einzellasten auf der sicheren Seite liegt, nicht jedoch für Lasten in Randnähe. Es soll daher in die neuen Bestimmungen eine einfache Regel für die mittragenden Breiten für Feld- und Stützmomente sowie Querkräfte unter Berücksichtigung der Auflagerbedingung aufgenommen werden. Für kreuzweise gespannte Platten soll die Streifenmethode nach Marcus verlassen werden, da zwischenzeitlich in ausreichender Zahl Tafeln erschienen sind, die unmittelbar numerisch verwendbarer Form die Ergebnisse der technischen Platten-Biegelehre enthalten. Entsprechend ihrer zunehmenden Bedeutung sollen neue Regeln über Flachdecken aufgenommen werden.

als Abschluß der Berichte zur Bearbeitung der Stahlbetonmungen stand ein Referat von Dipl.-Ing. Sehorsch über die Beschränkung der Durchbiegung von Stahlbetonteilen. Der Bericht nahm zu der im Jahre 1960 veröffentlichten „Vorläufige Regelung der Durchbiegung von Stahlbetonbauteilen“ Stellung. Die rege anschließende Diskussion zeigte die Bedeutung dieser Frage. Allerdings erscheint dem Be-erstatte, daß ein Teil der von dem Vortragenden sowie einigen Diskussionsrednern gegen die vorläufige Regelung ebrachten Argumente nicht stichhaltig war, so z. B. wenn ungut wird, daß für bestimmte Gebäudegruppen (es wurden garagen erwähnt) $h \geq l_i/35$ als ausreichend angesehen wer-soll. Dies ist ja nach Abschnitt 5 der „Vorläufigen Rege-“ zulässig, wenn die Durchbiegungen keine schädlichen Wirkungen haben, was bei Hochgaragen doch wohl stets der ist. Professor Rüsche betonte, daß man nur dann Unzu-lichkeiten beseitigen kann, wenn man ihre Ursachen ein-frei kennt. Er richtete daher an alle Anwesenden die Bitte, von Schadensfällen zu berichten, um diese in größerer Zahl en und alsdann weitere Schlußfolgerungen ziehen zu kön-Dr.-Ing. Ernst berichtete über eine statistische Erhebung, ach bei 99,9 % der in dieser Statistik erfaßten Bauten zahl-er Wohnungsbaugesellschaften keine aus zu großen Durch-ungen der Decken resultierenden Schäden vorliegen. Er für die im Wohnungsbau vorhandenen Stützweiten bis 6,50 m eine Änderung der alten DIN 1045-Regelung nicht notwendig. Professor Dr.-Ing. Mehmel trug vor, daß sich ulänglichkeiten, die der bisherigen vorläufigen Regelung ften, auf einfache Weise beseitigen lassen, wenn man klar chen Stahlbetonbauteilen unterscheidet, deren Durchbiegun-ohne oder mit schädlichen Folgen verbunden sind. Im übr- könnten, wie auch die Ausführungen des Diskussionsredners st zeigten, die Durchbiegungen aller Bauteile bis zu einer ssen Spannweite als unschädlich angesehen werden. Aller- ist nach Ansicht von Professor Mehmel die hierfür in der iufigen Regelung angegebene Grenze von $l = 4,50$ m durch l_i -abhängige Grenze zu ersetzen. Nur für die oberhalb er Grenze liegenden Stahlbetonbauteile, deren Durchbiegun-schädliche Folgen haben können, sollen die weitergehenden chränkungen der vorläufigen Regelung Gültigkeit behalten. u schlug Professor Mehmel vor, bei einer Neufassung e Regelung zwingende baupolizeiliche Vorschriften und ehlungen zu unterscheiden. Er sehe die öffentliche Sicher- durch die Frage der Durchbiegungen kaum berührt und e es daher für richtig, für die weitgespannten Bauteile, n Durchbiegungen schädliche Auswirkungen haben können. Empfehlungen auszusprechen, die sich an den Bauherren und en beratenden Ingenieuren richten.

Im zweiten Teil der Arbeitstagung wurden Ergebnisse von uchen des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton vorgetra-So berichtete Professor Dr.-Ing. Mehmel über elastische plastische Stauchungen von Betonzylindern unter Druck-ell- und Dauerstandbelastung, Professor Dr.-Ing. Leon- über neue Schubbruchversuche und Professor Dr. techn. nhold über weitere Versuche zur Betonprüfung mittels prallhammer und Kugelschlaggerät. Zu den letztgenannten ragen wird im einzelnen nicht referiert, da sie sich hierfür ichte neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse kaum eignen. r wird diese besser in dem gedruckten Tagungsbericht des eschen Beton-Vereins nachlesen, dem wiederum mit großem esse entgegenzusehen ist.

H. Beck, Frankfurt/Main.

Bericht über die

ung des Großen Ausschusses des Zentral-Vereins
Binnenschifffahrt gemeinsam mit der Hafenbau-
nischen Gesellschaft am 13. 6. 1961 in Konstanz

Am 13. Juni 1961 fand in Konstanz die Sitzung des Großen
chusses des Zentral-Vereins für deutsche Binnenschifffahrt
insam mit der Hafenbautechnischen Gesellschaft statt. Es
e das für die Binnenschifffahrt und die Binnenhäfen für
Zukunft außerordentlich wichtige Thema der Rationali-
in den Binnenhäfen besprochen.

Nach der Begrüßung durch den Präsidenten des Zentral-
ms, Herrn Professor Dr. Dr. h. c. Most, nahmen Herr
ktor Dr. Geile, Geschäftsführer der Reederei „Braunkohle“
H. Wesseling, zu dem Thema „Laden und Löschen im Rah-
der Rationalisierung in der Binnenschifffahrt“, Herr Direk-
r.-Ing. Kemma, Vorstandsmitglied der Demag AG, Duis-
zu dem Thema „Die Rationalisierung des Umschlags-
nges in gerätemäßiger Hinsicht unter besonderer Berück-
gung der Bedürfnisse des Binnenschiffsverkehrs“, Herr

Direktor Dipl.-Ing. Bumm, Vorstandsmitglied der Duisburg-
Ruhrorter Häfen AG, Duisburg, zu dem Thema „Rationali-
sierung des Umschlagsvorganges aus der Sicht des Hafenbaus
und Hafenbetriebs“ eingehend Stellung.

Am Nachmittag fand eine sehr angeregte Diskussion statt
und anschließend sprach der Unterzeichnete, Vorsitzender der
Hafenbautechnischen Gesellschaft, Bremen, über „Grundsätze
und Wege einer Rationalisierung in den Binnenhäfen“. Herr
Dr. Geile stellte fest:

1. daß eine Rationalisierungsmöglichkeit innerhalb des Schiff-
fahrtsgewerbes im großen und ganzen als erschöpft betrachtet
werden kann, wobei in der Schubschifffahrt allerdings noch wei-
tere Rationalisierungschancen liegen;

2. eine Beschleunigung der Fahrzeit der Binnenschiffe kann
sich kosten- und zeitmäßig so lange nicht auswirken, als nicht
auch die Lös- und Ladezeiten in den Binnenhäfen verringert
werden.

Herr Dr. Kemma legte auf Grund seiner umfangreichen
Erfahrungen über die im Betrieb befindlichen Umschlagsgaräte
für Massen- und Stückgut dar, welche Umschlagsbeschleunigung
mit modernen Geräten erzielt werden kann.

Herr Dr. Kemma kommt hinsichtlich der neuzeitlichen
Krane verschiedener Bauart für den Umschlag von Stückgut
und Massengut mit Recht zu dem Ergebnis, daß diese Geräte
einer umfassenden Rationalisierung durch technische Verbesse-
rung nur noch wenig zugänglich sind. Jedoch liegt die zu-
künftige Entwicklung des Umschlages für Massengut in einer
geschickten Kombination zum Umschlagkran und dem kon-
tinuierlich laufenden Förderband.

Herr Direktor Bumm wies in seinen Ausführungen darauf
hin, was vom Hafenbau aus im einzelnen für einen wirtschaft-
lichen und rationalen Umschlag hinsichtlich der Gestaltung der
Hafenbecken, der Ausbildung der Ufer, der Aufteilung der
Flächen an Land und der Gestaltung der Schuppen noch mög-
lich ist. Er betont mit Recht, daß ein Zeitgewinn auf der
einen Seite noch nicht eine Kostenersparnis für die Binnenhäfen
darstellt.

Der Unterzeichnete faßte in seinem Schlußreferat noch ein-
mal die Hauptgesichtspunkte der drei Vorträge zusammen und
schilderte dann kurz die in den vergangenen 50 Jahren, beson-
ders aber die in den letzten 10 Jahren eingetretene rasante
Entwicklung auf dem Gebiet des Verkehrs und des Umschlages
und wies darauf hin, daß wir unmittelbar in einer Zeit des
Umbruchs stehen, die die Binnenhäfen in der Folgezeit vor
ganz neue Aufgaben stellen wird. Es ist daher richtig, daß ein-
mal grundsätzlich untersucht wird, was sich durch eine Ratio-
nalisierung in den Binnenhäfen zeitlich und kostenmäßig her-
ausholen läßt, wobei jedoch zu berücksichtigen ist, daß die
Aufgaben der öffentlichen Häfen, der Werkhäfen und der
Ladestellen verschieden sind. Daß aber auch eine Rationali-
sierung in den Binnenhäfen Erfolg haben kann, beweisen die
leistungsfähigen Umschlagsanlagen für Getreide, Öl und Massen-
gut für große Mengen, wie sie schon zur Aufstellung gelangt
und in Betrieb genommen worden sind.

Auf welchem Gebiete sich eine Rationalisierungsunter-
suchung vom großen Gesichtspunkt her gesehen erstrecken muß,
wurde alsdann in 9 Grundsätzen dargelegt. Hiervon ausgehend
müßten also die Untersuchungen vom Standpunkt der Reeder,
der Binnenhäfen und Umschlagsbetriebe und der technischen
Entwicklung angesetzt werden. Hierbei darf jedoch nicht ver-
gessen werden, daß bislang jede Sparte ihre Maßnahmen nach
eigenen Gesichtspunkten getroffen hat, und daß die Rationali-
sierungswünsche einer Sparte in erster Linie auf Zeitgewinn
und damit bessere Ausnutzung der Schiffsgefäße abzielen, wäh-
rend die andere Sparte mehr die eigene kosten- als zeitsparende
Tendenz verfolgt.

Man sollte daher vorerst einmal untersuchen, auf welchem
Wege eine merkliche Verbesserung an Zeit und Kosten zu ge-
winnen ist, die allen Gruppen zugute kommen kann.

Herr Professor Dr. Dr. Most und der Unterzeichnete waren
sich darüber einig, daß es sich für alle Beteiligten lohnen
würde, wenn der Zentral-Verein für deutsche Binnenschifffahrt,
der Verband der Binnenhäfen und die Hafenbautechnische Ge-
sellschaft gemeinsam an die Lösung der Rationalisierungs-
aufgaben herangehen.

Faßt man das Ergebnis dieser Sitzung in Konstanz zusam-
men, so kann man nur erfreut sein, daß einmal von hoher Warte
aus die Frage der Rationalisierung für die Binnenschifffahrt
und für die Binnenhäfen klar herausgestellt worden ist und daß
sich die Beteiligten darüber einig sind, daß gemeinsam die den
besten Erfolg versprechenden Rationalisierungsmöglichkeiten
von einem besonderen Gremium untersucht werden.

Prof. A. Agatz, Bremen.

Mitteilungen aus der Industrie

In diese Spalte werden kurze Mitteilungen von Bauwirtschaft und Industrie aufgenommen, die sich auf das Arbeitsgebiet der Zeitschrift beziehen und Neuheiten behandeln. Der Umfang der Manuskripte darf, einschl. eines etwaigen Bildes, höchstens 50 Schreibmaschinenzeilen betragen. Für den Inhalt ist der Einsender verantwortlich. Die Auswahl behält sich die Redaktion vor.

Fertigbauweise für Wohnungen System „Estiot-Hochtief“

Hierbei handelt es sich um ein Großtafelverfahren, das zur Errichtung von Wohngebäuden mit raumgroßen Elementen für Decken und Wände angewendet wird. Bei dieser Querschottenbauweise sind die Normalschotten 12 cm stark, während die Schotten für die Wohnungstrennwände 19 cm Stärke aufweisen. Die 19 cm starken Außenwände bestehen aus 3 Schichten einschließlich der Isolierung. In den einzelnen Tafeln sind bereits die Fenster und Türzargen eingebaut. Ebenso ist innerhalb der Wände ein entsprechendes Hohlrohrnetz



für Licht, Telefon usw. vorgesehen. Sämtliche Sichtflächen der Bauteile sind fertig bearbeitet, so daß Putzarbeiten am fertig montierten Bauwerk entfallen.

In den Knoten der Konstruktion sind Vertikalprofilstähle (Winkelstähle 80 · 80 mm) vorhanden, die jeweils über drei Geschosse reichen. Auf den entsprechenden Stockwerkhöhen sind genau nach Schablone ebenfalls aus Winkelprofilen Konsolaufleger befestigt. Aus den Tafeln ragen ebenfalls in der Höhe genau festgelegte Profilstummel heraus, die bei der Montage auf die an den Vertikalstäben angebrachten Konsolen aufliegen. Konsole und Stummel sind mit einem Loch versehen, das eine Toleranz von ± 1 cm zuläßt, und



durch dieses Loch werden Platte und Profilstab durch ein einfaches Gerät fixiert. Nachdem das unterste Geschöß genau eingerichtet ist, erfolgt der Bau der übrigen Etagen mit der Genauigkeit des Stahlbaues und den Vorteilen einer modernen Großtafelbauweise.

Alle Forderungen des Wohnungsbaues in bezug auf Wärme, Luftschall und Trittschall werden erfüllt bzw. überschritten. Die

Baustellenfabrikation mit allen Eigenschaften einer stationären Brückfertigung hat sich nach eingehendem Studium im In- und Ausland als zweckmäßigste Lösung ergeben. Damit werden einerseits hohe Investitionskosten umgangen und andererseits erhält das Transportproblem eine untergeordnete Bedeutung. Zugrunde gelegt werden dabei etwa 500 Wohnungen je Baustelle, so daß man keine fortlaufenden Auftragsgarantien angewiesen ist. Die Fertigstellung erfolgt mit allen Merkmalen einer Fabrikfertigung.

Mit einem besonders konstruierten Kran für 10 t Gesamtgewicht und 15 m Ausladung wird die Montage ausgeführt. Vorgesehen dabei als Minimalleistung, etwa 2 Wohnungen von je 60 m² je Tag herzustellen. Gegenüber konservativen Bauweisen wird hierbei etwa 1/5 der Arbeitskräfte benötigt. Eine reichhaltige Variation in den einzelnen Elementen ermöglicht eine weitgehende Anpassung an die Wünsche des Architekten.

Verzinktes Breitband mit unterschiedlich starker Zinkauflage

Auf der einzigen deutschen vollkontinuierlichen Armo-Sendzimir-Verzinkungsanlage in Duisburg-Hamborn wird jetzt auch verzinktes Breitband mit unterschiedlich starker Zinkauflage (differential coated) gefertigt. Die normale Zinkauflage auf der Vorderseite des Bleches bietet einen sicheren Schutz gegen Korrosion; die verminderte Zinkauflage von nur ca. 25 g/m² (= 4–5 my) auf der Rückseite erleichtert Schweißungen aller Art.

Dieses Breitband wird auch mit zinkolumenfreier, spritzlackfähiger Oberfläche hergestellt. In einem nachgeschalteten Walzgang wird die Zinkblumenstruktur beseitigt. Die Oberfläche kann wahlweise glatt oder rauh ausgeführt werden.

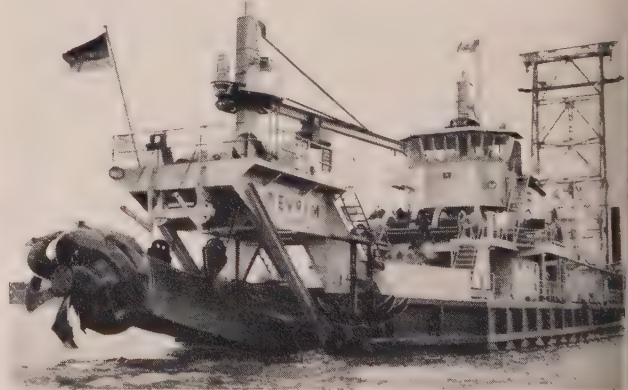
Es ist besonders geeignet für jede Art der Kaltverformung, wie Biegen, Falzen, Bördeln, Drücken, Ziehen und Tiefziehen.

Die vorstehend geschilderten Eigenschaften, verbunden mit großzügigen Abmessungen, erlauben eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten, wie z. B. Profile für Türen und Fenster, Zwischenwände, Behälter u. a. m.

Spüler DEVRIM für die Türkei

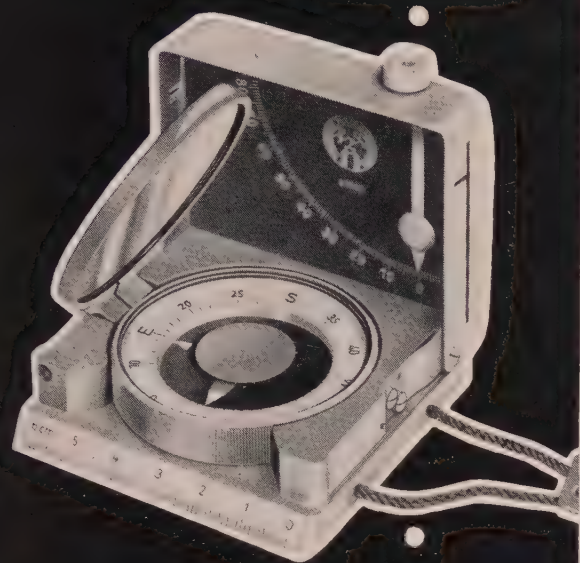
Die Lübecker Schiffswerft der Orenstein-Koppel und Lübecker Maschinenbau A. G. hat für die Türkei einen kombinierten Schneekopf-Saugbagger und Schutenentleerer fertiggestellt. Es ist ein modernes, leistungsstarkes Großgerät, mit dem alle in großen Flüssen, Häfen und Küstengewässern vorkommenden Bagger- und Spülarbeiten ausgeführt werden können.

Der Saugbagger ist 51 m lang, 11 m breit und hat eine Seitenhöhe von 4 m. Die Höhe des Drehpfahlgörüsts beträgt 25 m über Wasserlinie. Für den Seeschleppbetrieb und zum Passieren von Brücken kann das Gerüst einschließlich der Drehpfähle mit Booten mitteln niedergelegt werden, dabei vermindert sich die Bauhöhe des Gerätes auf 14,7 m über Wasserlinie.



Die Gesamtleistung zum Antrieb der Baggerpumpe und der verschiedenen Diesel-Elektro-Generatoren (MAN/AEG) beträgt 2900 PS, davon nimmt die in Schweißkonstruktion ausgeführte und mit leicht austauschbaren Verschleißteilen versehene Baggerpumpe bei einem Gemischförderstrom von 6400 m³/h allein eine Antriebsleistung von 1150 PS auf. Sie ist in der Lage, das gebaggerte oder aus Schut angesaugte Gemisch durch eine 800 m lange mitgelieferte Schweiß- und Landrohrleitung von 750 mm li. W. zu fördern. Bei einem Feststoffanteil im Gemisch von etwa 12,5 % können somit 800 m³ Boden gebaggert oder gespült werden.

Zum Entleeren von Schuten kann der Bagger über ein System gleich von Tidenchwankungen bis zu 3,5 m Höhendifferenz gelenkt, aufgehängtes Anschlußrohr auch unmittelbar mit der festverlegten Landrohrspüleleitung verbunden werden. Das Baggermeister-Spülermeisterhaus sind so angeordnet, daß ein guter Überblick über das jeweilige Arbeitsfeld gewährleistet ist.



Neuer Universalkompaß

System Bézard

für jedermann

Touristik
Geländesport
Topografie
Straßenbau usw.

Spiegelkompass
Geologenkompass
Markscheidekompass
mit Freiburger Hängezeug

VEB Freiburger Präzisionsmechanik
Freiberg (Sachsen)

Exportinformation durch: Deutsche Export- und Importgesellschaft, Feinmechanik-Optik m. b. H., Berlin C2, Schicklerstraße 7



HOPFER

LIEBHERR

11000 LIEBHERR-BAUKRANE IN 10 JAHREN

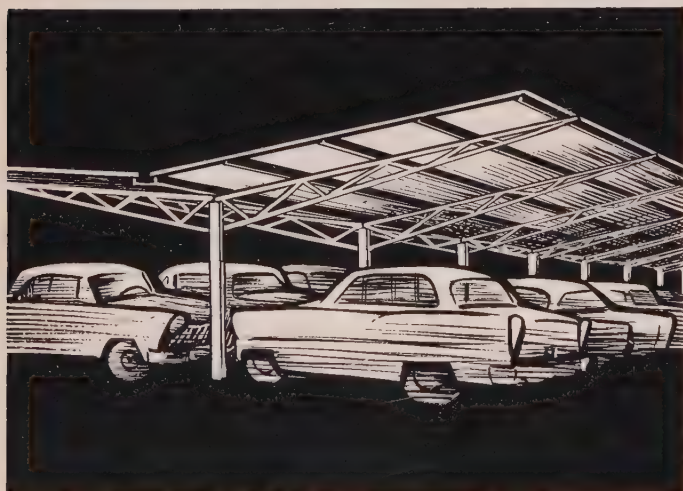
der Beweis des Vertrauens, ein Schatz an Erfahrungen. Für jeden Einsatz baut LIEBHERR den richtigen Kran. Neben Turmdrehkränen von 6 bis 234 mt liefern wir den wandelbaren Universal-Baukran, wahlweise Kletterkran, stationärer Kran oder Turmdrehkran mit Schienenunterwagen.

Nutzen auch Sie die Erfahrungen der größten Baukranfabrik der Welt.

H. LIEBHERR · WERK I · BIBERACH/RISS

Fernruf *9101, *9301 • FS 0712851

Brunnen- und Schachtbau Wasserversorgung Tiefbohrungen
Kernbohrungen Rütteldruck-Verdichtungen Rüttelfußpfähle
Rüttelzugpfähle und -Anker Pfeilergründungen Stollenbau
Steinskelettbildung Tiefendrainagen Dammverdichtungen
Injektionsbohrungen Verpressungen Ungest. Proben im Sand
Grundwasserabsenkungen Bruchsteinbeton Unterwasserbeton



Wuppermann PARKHALLE

Serienmäßig aus
Stahlleichtprofilen hergestellt;
mit ein- und beidseitiger
Auskragung von je 5 m;
für leichte Dacheindeckungen.
Stützen- und Binderabstand 4 m.



**STAHLLEICHTBAU CARL SCHULZ GMBH
LEVERKUSEN**

FERNSPRECHER 71103/4 - FERNSCHREIBER 08510832 (ÜBER WUPPERMANN LEV)

Umschau

Dipl.-Ing. E. M. Hünnebeck 70 Jahre

Am 30. Juli konnte Herr Dipl.-Ing. E. M. Hünnebeck, Aufsichtsratsvorsitzender der Hünnebeck GmbH, Düsseldorf, seinen 70. Geburtstag begehen.

E. M. Hünnebeck studierte an der Technischen Hochschule Aachen, noch vor Abschluß seiner Diplomarbeit erhielt er die „Intze Plakette“. Durch seinen Lehrer, Professor O. Dohmke, wurde schon früh sein besonderes Interesse für statisch und konstruktiv richtig durchgebildete Tragwerke geweckt. Sein Streben ging dahin, einzelnen Bauteilen nach Möglichkeit mehrere Funktionen zu übertragen und dabei mit einem Minimum an Materialaufwand ein Maximum an Tragfähigkeit zu erreichen. So hat er z. B. vor einigen Jahrzehnten wesentlich dazu beigetragen, das Stahlrohr auch als Konstruktionselement in den Stahlbau einzuführen.

Ende der zwanziger Jahre entwickelte Hünnebeck in Zusammenarbeit mit großen Stahlbauwerken gewölbte Netz- und Flächentragwerke, aus einzelnen rauteuförmig zusammengesetzten leichten Bauteilen (Stahllamellen) und gemeinsam mit Professor Gehler, Dresden, Stahlleichtkonstruktionen aus profilierten Stahlblechen, die gleichzeitig als Dachhaut und Tragwerk wirkten.

Unter dem Leitgedanken, bleibende Bauteile gleichzeitig auch als Montagehilfsgeräte zu verwenden, führte er neuartige Montageverfahren für Bohr- und Fördertürme sowie weitgespannte Hallen ein.

Auf dem Gebiet des Stahlbetonbaues entwickelte E. M. Hünnebeck Stahlleichtkonstruktionen, für Schalungs- und Rüstarbeiten. Da an die Stahlbetonwerke gestellten erhöhten Anforderungen und die verkürzten Bauzeiten machen es notwendig, Geräte zu konstruieren, die an jedes Bauwerk anpassungsfähig, d. h. längen- bzw. höhenverstellbar, robust und dauerhaft sind. Durch seine reichen Erfahrungen auf dem Gebiet geschweißter Stahlleichtkonstruktionen war es E. M. Hünnebeck möglich, wirtschaftliche Schalungsgeräte zu schaffen, die heute in dem von ihm gegründeten Werk in großen Serien hergestellt werden.

Karl Schmitz-Scholl 65 Jahre

Der Initiator und Förderer der Studiengesellschaft für unterirdische Verkehrsanlagen e. V. (STUVA), Karl Schmitz-Scholl, konnte am 18. Juli seinen 65. Geburtstag begehen.

Wie durch die Veröffentlichungen der STUVA bekannt ist, war die von Schmitz-Scholl vor einigen Jahren veröffentlichte Denkschrift über die Notwendigkeit von Forschungsarbeiten über unterirdische Verkehrsanlagen in Verbindung mit Maßnahmen des Bevölkerungsschutzes der Anlaß zur Gründung der Studiengesellschaft, der er der Betrag von DM 500 000,— stiftete. — Der erste von der STUVA ausgeschriebene Wettbewerb fand bereits eine ungewöhnlich große Beteiligung.

Dipl.-Ing. W. Kraemer 60 Jahre

Der Technische Direktor von Dunlop in Deutschland, Herr Dipl.-Ing. Willy Kraemer, wurde am 8. August 60 Jahre alt. Kraemer, seit 1953 Vorstandsmitglied des Unternehmens und seit 1958 stellvertretender Vorsitzender der Deutschen Kautschuk-Gesellschaft, feierte bereits am 1. April seine 25jährige Zugehörigkeit zur Dunlop-Werkorganisation.

In Bischofsstein (Ostpreußen) geboren, studierte er an der Technischen Hochschule München und legte 1925 sein Diplom-Examen ab. Sein beruflicher Lebensweg begann in der Automobilindustrie (Stinnes-Konzern) und führte über den Reichsverband der Automobilindustrie, den Verein der deutschen Gummireifenfabrikanten bzw. den Reichsverband der deutschen Kautschukindustrie zu Dunlop.

Hier hat er seit 1940 maßgebenden Anteil an der deutschen Reifenentwicklung. Gerade in jüngster Zeit sind unter seiner Leitung zwei hervorragende Pkw-Reifen entwickelt worden: der SP-Typ, ein Bandage-Reifen für schnelle Fahrzeuge sowie der Dunlop B 7, ein neuartiger Pkw-Reifen mit einem Höchstmaß an Rutschsicherheit, Kurvenfestigkeit und Geräuscharmheit.

Ausstellung „bauen + wohnen“ in München 1961

Diese Ausstellung wird vom 15. September bis 1. Oktober 1961 im Ausstellungspark auf der Theresienhöhe durchgeführt, es wird ein umfangreiches Angebot an Baustoffen, Bauteilen und Bauzubehör sowie für die Haustechnik angekündigt.

Bauen mit Glas

In der Kleinen Kongreßhalle in München findet am 20. September 1961 im Zusammenhang mit der Ausstellung BAUEN + WOHNEN eine ganztägige Vortragsveranstaltung Bauen mit Glas statt. Namhafte Bausachverständige und führende Architekten richten in Vorträgen mit anschließender Diskussion über die neuesten Erkenntnisse auf dem Gebiete der Glasanwendung im Hochbau.

Interessenten an dieser Veranstaltung werden gebeten, sich dem Verein Ausstellungspark München e. V., München 12, Theresienhöhe 14, oder der Deutschen Glastechnischen Gesellschaft (DG) Frankfurt/M., Bockenheimer Landstraße 126, in Verbindung zu setzen, die gerne nähere Auskünfte über die Vortragsreihe erteilen.



WINTER

DIAMANT
KREISSÄGEBLÄTTER
bis 3000 mm Ø

für KALKSTEIN, MARMOR,
SANDSTEIN, GRANIT, BETON usw.

DIAMANT BOHRKRONEN UND RÄUMER
für TIEFBOHRUNGEN,
Sondierbohrungen für Injectionen von Stauwauern
und zur Herstellung von Ankerlöchern.

 **ERNST WINTER & SOHN · HAMBURG 19**



Kleintheodolit Theo 120
mit 19-facher Vergrößerung
und hoher Meßgenauigkeit

Vertrieb für die Bundesrepublik
Werner Jähnert, Göttingen
Weender Landstraße 6, Hochhaus
Generalvertretung der optischen Werke JENA

aus JENA
JENOPTIK JENA GmbH



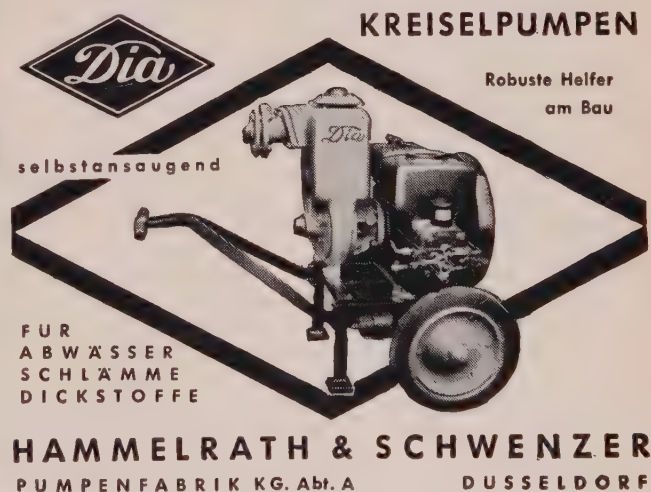
KAISER

Kipptrommelmischer
Umkehr-Freifallmischer
Beton-Mischautomaten
Teller-Zwangsmischer
Handschrapper
Dosieranlagen
Turmdrehkrane
Hochhaus-Kletterkrane
Betonstahl-Scheren
Betonstahl-Biegemaschinen
Bauwinden
Beton-Transportgeräte

MASCHINENFABRIK OTTO KAISER
KOMMANDIT-GESELLSCHAFT
ST. INGBERT-SAAR

Werk St. Ingbert
TELEFON 23 51-55
TELEX 044 262

Werk Oberlahnstein
TELEFON 541-543
TELEX 086 822



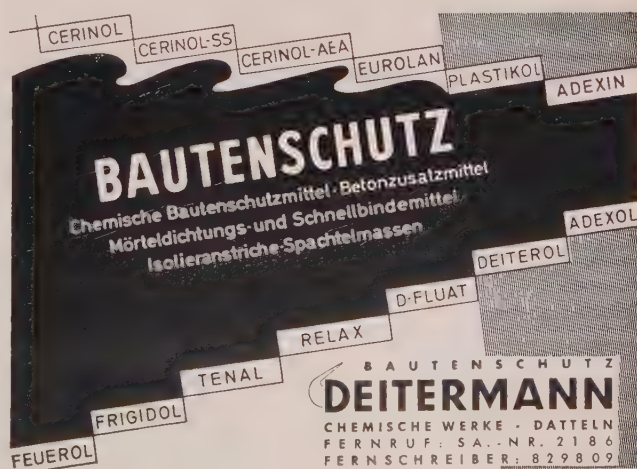
Dia

KREISELPUMPEN
Robuste Helfer
am Bau

selbstansaugend

FÜR
ABWASSER
SCHLÄMME
DICKSTOFFE

HAMMELRATH & SCHWENZER
PUMPENFABRIK KG, Abt. A DUSSELDORF



CERINOL CERINOL-SS CERINOL-AEA EUROLAN PLASTIKOL ADEXIN ADEXOL DEITEROL D-FLUAT RELAX TENAL FRIGIDOL FEUEROL

BAUTENSCHUTZ
Chemische Bautenschutzmittel · Betonzusatzmittel
Mörteldichtungs- und Schnellbindemittel
Isolieranstriche · Spachtelmassen

**BAUTENSCHUTZ
DEITERMANN**
CHEMISCHE WERKE · DATTELN
FERNRUF: SA.-NR. 2186
FERNSCHREIBER: 829809

Neue Prospekte und Druckschriften

Interessenten an nachstehenden Druckschriften bitten wir, diese unter Hinweis auf „Der Bauingenieur“ direkt bei den genannten Firmen anzufordern

Fördermittel

Faun-Werke, Nürnberg, Lauf/Pegnitz, Postfach 8.

Prospekt „Faun-Spezialfahrzeuge“ (DIN A 4, 12 S.):

Der Sammelprospekt gibt einen guten Einblick in die auf der Deutschen Industriemesse 1961 in Hannover gezeigten Faun-Spezialfahrzeuge, wie Förderfahrzeuge, Muldenkipper, Dreiaxser, Sattelschlepper, Abschleppkräne u. ä.

Gummilager

Gumba-GmbH, München 42, Mathunistraße 13/R.

Prospekt „ein ideales Lager...“ (DIN A 4, 6 S.):

In dem Prospekt werden die Anwendungsmöglichkeiten und die Vorteile bewehrter Gummilager für zulässige Lasten bis 120 t erläutert und wichtige Hinweise für den Einbau in Beton gegeben.

Kunststoffe

Resart-Gesellschaft Kalkhof & Rose, Mainz.

Prospekt „Polmo G“ (DIN A 5, 3 S.):

Durch seine Eigenschaften kann „Polmo G“ überall dort angewendet werden, wo es sich darum handelt, maßhaltige Kunststoffkörper herzustellen. Insbesondere eignet sich „Polmo G“ für die Herstellung von Profilen, von Urmodellen, Modellduplikaten und von Gießformen.

Prospekt „Einbettungsmasse Resarit 117“ (DIN A 5, 3 S.): „Resarit 117“ ist ein vorwiegend aus Methacrylsäuremethylester bestehender Sirup zum Einbetten von Objekten.

Prospekt „Schnellpreßmasse Typ 31“ (DIN A 5, 10 S.):

„Resart-Schnellpreßmasse Typ 31“ ist eine auf Phenolharzbasis aufgebaute und mit Holzmehl gefüllte typisierte Preßmasse, die von der Staatlichen Materialprüfungsanstalt Darmstadt und der Bundesanstalt für Materialprüfung in Berlin-Dahlem laufend überwacht wird.

Prospekt „Preßmasse MP und MP-z-“ (DIN A 5, 8 S.):

„Resart-Preßmassen MP und MP-z-“ eignen sich zur Verarbeitung in normalen Preßverfahren und auch zum Preßspritzen.

Schaltechnik

NOE-Schaltechnik Georg Meyer-Keller KG, Süssen/Württ., Heidenheimer Str. 67.

Prospekt „Brillant-Abstandhalter aus Plastik für Betonstahl“ (DIN A 4, 2 S.):

Der Halter eignet sich vorzüglich für die Bewehrung von Wänden, Stützen und Unterzügen wie auch für Decken. Er sorgt für die Einhaltung des nötigen Abstandes zwischen der Bewehrung und der Betonoberfläche. Dieser Abstand ist aus statischen Gründen und wegen der Rostgefahr erforderlich. Die Ausführung in Plastik garantiert, daß kein Rost durchschlagen kann und keine Feuchtigkeitsbrücken im Innern des Betons entstehen. Aus HOSTALEN hergestellt, ist dieser Abstandhalter praktisch unzerbrechlich.

Prospekt „Randstreifenbügel“ (DIN A 4, 2 S.):

Der Randstreifenbügel ermöglicht die Verwendung der 25 cm breiten Schaltafeln der NOE-Universal-Stahlschalung als Randstreifenschalung und zum Abschalen von Bauteilen, die auf dem Erdreich oder auf einer Aufschüttung betoniert werden.

Prospekt „Trägerklemme“ (DIN A 4, 2 S.):

Mit der NOE-Trägerklemme können Profile von I 18—36 kippsicher und rutschfest ohne Bohrungen in den Trägern und ohne mühsame, arbeitszeitraubende Laschenverbindungen aus Holz verbunden werden.

Stahlwinkel

Hugo Stinnes Industrie und Handel Südwest GmbH, Frankfurt/Main, Meisengasse 12.

Prospekt „Stinnes-Stahlwinkel“ (DIN A 4, 4 S.):

Konstruktionen aus Stinnes-Stahlwinkeln sind auseinandernehmbar, immer wieder verwendungsfähig und unbegrenzt haltbar. Sie sind daher das ideale, dauerhafte Baumaterial für alle Arten von Messebauten. Ihre Anwendungsmöglichkeiten sind fast unbegrenzt. Sie reichen vom Bau einfacher Gestelle für Schautafeln über ein- und zweistöckige Ausstellungsstände bis zu Turmbauten und Dauerkonstruktionen im Freigelände. Sie eignen sich auch gut für den Bau von Montagetischen und -regalen in Werkstätten und Lagern.

Vermessungsgeräte

Jenoptik Jena GmbH, Jena/Thüringen.

Druckschrift 10—151—1 „Kleintheodolit Theo 120“:

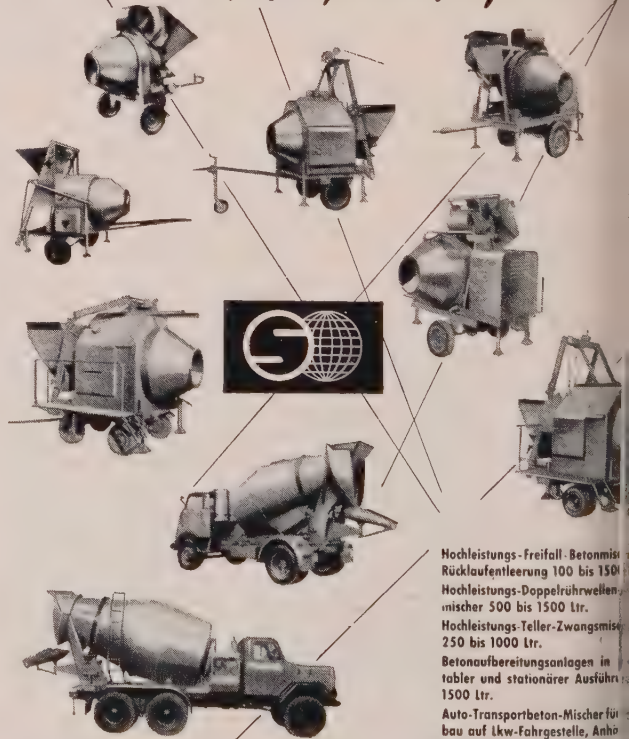
Der „Kleintheodolit 120“ ist universell einsetzbar, besonders geeignet für Expeditionen, Forstvermessungen, in der Geophysik und für geographische und geologische Arbeiten. Mittlerer Fehler einer in zwei Fernrohrlagen gemessenen Richtung ± 60 cc ($\pm 20''$), eines dreifach im Hin- und Rückgang repetierten Winkels $\pm (15 \dots 25)$ cc bzw. $\pm (10 \dots 15)''$, Fernrohrvergrößerung $16 \times$.

Druckschrift 10—254—1 „Basis-Reduktions-Tachymeter BRT 006“:

Der „Basis-Reduktions-Tachymeter BRT 006“ ist für Polaraufnahmen in eng bebauten Gebieten (Stadtvermessung, Hilfspolygonierungen und Absteckungsarbeiten. Bei Entfernungen bis 60 m ohne, bis 180 m mit Zieltafel im Zielpunkt. Basislänge 30 cm. Mittlerer Fehler einer mit Doppelkoinzidenz gemessenen Strecke von 50 m ± 3 cm. Fernrohrvergrößerung $15 \times$.

STETTER BAUMASCHINEN

ein Lieferprogramm für jeden Bau



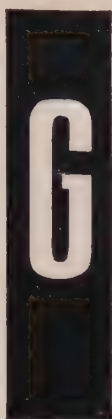
Hochleistungs-Freifall-Betonmischer
Rücklaufentleerung 100 bis 1500 Ltr.
Hochleistungs-Doppelrührwellen-
mischer 500 bis 1500 Ltr.
Hochleistungs-Teller-Zwangsmischer
250 bis 1000 Ltr.
Betonaufbereitungsanlagen in
mobiler und stationärer Ausführung
1500 Ltr.
Auto-Transportbeton-Mischer für
Bau auf Lkw-Fahrgestelle, Anhänger
Sattelaufleger 2500 bis 6000 Ltr.

GEORG STETTER BAUMASCHINENFABRIK
MEMMINGEN/ALLGÄU · POSTFACH 58

FERNRUF: 4222 · TELEGR.: STBA MEMMINGEN · FERNSEHR.: 834

**GEONOR
SOIL
MECHANICS**

**A
S**



**Druck-
Ramm-
Korrosions-
Flügel-sonden**

NIEDERLASSUNG DEUTSCHLAND · ESSEN · ZEUNERSTR. 13 · TEL. 422 73

Die Bodenmechanik in der Baupraxis

Von **KARL TERZAGHI**,

o. Professor an der Harvard University, Cambridge, Mass., USA,

und **RALPH B. PECK**,

Professor für Bodenmechanik an der University of Illinois, USA

Ins Deutsche übertragen von Dipl.-Ing. **ALFRED BLEY**, Mannheim

Mit 218 Abbildungen. XII, 585 Seiten Gr.-8°. 1961. Ganzleinen DM 49,50

INHALTSÜBERSICHT

Formelzeichen · Einleitung · Die physikalischen Eigenschaften der Bodenarten: Die Eigenschaften der Bodenarten als Grundlage für ihre Einordnung und Benennung. Hydraulische und mechanische Eigenschaften der Erdstoffe. Die Entwässerung der Erdstoffe · Theoretische Bodenmechanik: Der plastische Grenzzustand des Gleichgewichtes in Böden. Setzungen und Bodenpressungen. Hydraulische Probleme des Baugrundes und im Erdbau · Bodenmechanische Probleme bei der Entwurfsbearbeitung und der Bauausführung: Baugrunduntersuchungen. Erddruck und Standsicherheit von Böschungen. Gründungen. Setzungen infolge außergewöhnlicher Ursachen · Anhang: Weitere bodenmechanische Probleme beim Entwurf und bei der Ausführung von Bauten · Namen- und Sachverzeichnis.

ZUR INFORMATION

Die Bodenmechanik ist nicht mehr eine „Geheimwissenschaft“; ihre Erkenntnisse und Verfahren haben weitgehend Eingang in die Praxis, in den Grund- und Erdbau, aber auch in das Baumaschinenwesen und in den Bergbau gefunden. Diese Entwicklung zeigen auch die neueren Fassungen der Baubestimmungen und -vorschriften, deren Forderungen zunehmend durch bodenphysikalisch begründete Zahlenwerte ausgedrückt werden. Oberflächliche Übertragung bodenmechanischer Erkenntnisse in die Praxis kann zu schweren Fehlschlüssen führen. Ihre Anwendung setzt Verständnis für die Eigenschaften der Erdstoffe und Kenntnis der theoretischen Grundlagen voraus. Diese Voraussetzungen zu schaffen, die sinnvolle Anwendung der Bodenmechanik in der Praxis zu zeigen und auf ständige kritische Überprüfung aller Maßnahmen hinzuweisen, ist die Aufgabe dieses Buches.

SPRINGER-VERLAG · BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

allseitig bewegliche Gummilager

**NEOPRENE
LAGER***

VORSPANN-TECHNIK

**BRÜCKEN
INDUSTRIEBAU
BEHALTER**

**Ratingen
Postfach 191
R 44 57
FS 0858 2999**



* Zugelassen durch Bundesverkehrsministerium

Die Stadt Gelsenkirchen (rd. 390 000 Einwohner, Ortsklasse S) bietet tüchtigen Baufachleuten vielseitige und interessante Aufgabengebiete sowie berufliche Entwicklungsmöglichkeiten.

Gelsenkirchen hat alle Schularten, verfügt über ausgezeichnete kulturelle Einrichtungen (Theater, Orchester, Volksbildungswerk etc.) und sportliche Anlagen (Freibäder, Hallenbäder etc.) sowie über ausgedehnte Grünflächen.

Im einzelnen werden gesucht:

1. für das Stadtplanungsamt

eine jüngere Fachkraft

zur Ausarbeitung von Bebauungsplänen und deren graphische Bearbeitung.

Bedingungen: Entwurfsbegabung und gute zeichnerische Fähigkeiten. Vergütung nach Vergütungsgruppe Va BAT; Probezeit 6 Monate.

Kennziffer: 61.13

2. für das Hochbauamt

a) mehrere Diplom-Ingenieure der Fachrichtung Hochbau

als Sachbearbeiter für die Entwurfsabteilung.

Die Einstellung erfolgt als Zeitangestellte in befristeten Dienstverträgen bis zum 31. 3. 1965. Vergütung nach Vergütungsgruppe II BAT; Probezeit 6 Monate.

Kennziffer: 65.14

b) mehrere Bauingenieure

als Bauleiter für die Neubau- und Unterhaltungsabteilung.

Bedingungen: Abgeschlossene Ausbildung; mindestens einjährige praktische Tätigkeit. Vergütung nach Vergütungsgruppe IV b BAT; Probezeit 6 Monate.

Kennziffer: 65.15

c) mehrere Bauingenieure

als Sachbearbeiter für die Ingenieur-Bauabteilung.

Bedingungen: Abgeschlossene Ausbildung; mindestens einjährige praktische Tätigkeit; gute statische Kenntnisse auf allen Gebieten des Ingenieurbaues. Vergütung nach Vergütungsgruppe IV b BAT; Probezeit 6 Monate.

Kennziffer: 65.16

d) ein Bauingenieur

als Sachbearbeiter für die Entwurfsabteilung. Diese Stelle ist als Beamtenplanstelle der Besoldungsgruppe A 10 LBesO. NW (Stadtbaubauoberinspektor) ausgewiesen.

Die Einstellung erfolgt unter Beachtung der beamten- und lauffbahnrechtlichen Vorschriften.

Kennziffer: 65.17

Die Stadt hat ein umfangreiches Sozialwerk (zusätzliche Alters- und Hinterbliebenenversorgung, Erholungs- und Wohnungsfürsorge, Kantine mit Mittagstisch, Beihilfen in Krankheitsfällen, Unterstützungen, Trennungsentschädigungen und Umzugskosten). Der Samstag ist dienstfrei.

Bewerbungen sind mit den üblichen Unterlagen (Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschriften etc.) unter Angabe der Kennziffer zu richten an:

Stadtverwaltung Gelsenkirchen

— Personalamt —

Die Stadt Mülheim a. d. Ruhr (186 000 Einwohner, Ortsklasse „S“) sucht zum baldmöglichen Eintritt

a) 2 Hochbauingenieure (HTL)

für die Abteilung Stadtplanung des Hochbauamtes.

Das Aufgabengebiet umfaßt die Bearbeitung von Bebauungsplänen und Durchführungsplänen sowie die Auswertung von statistischem Material zur Aufstellung von Strukturplänen für die vorbereitende Bauleitplanung.

Gefordert werden gute Fachkenntnisse und gute zeichnerische Befähigung für Planung und konstruktive Durchbildung.

b) mehrere Tiefbauingenieure (HTL)

für die Straßenbauabteilung des Tiefbauamtes,

c) 1 Hochbauingenieur (HTL)

für die Abteilung Gebäudeunterhaltung des Hochbauamtes.

Vergütung nach BAT je nach Kenntnissen und Berufserfahrungen.

Bewerbungen mit Lebenslauf, Lichtbild und Zeugnisabschriften sind umgehend an das Personalamt der Stadt zu richten.

Der Oberstadtdirektor

Beim **Amt für Straßen- und Brückenbau in Bremen** (Ortskl. S) sind folgende Stellen für **technische Angestellte** zu besetzen:

1 Diplom-Ingenieur, Fachrichtung: Bau- und Ingenieurwesen mit spezieller Ausbildung im Straßenbau und in der Straßenverkehrstechnik für großstädtische Verkehrsplanung.

— Verg.-Gr. III —

2 Bauingenieure für Tiefbau (HTL) für Entwurf von Straßenanlagen, möglichst mit Erfahrungen.

— Verg.-Gr. IV b —

2 Bauingenieure für Tiefbau (HTL) für konstruktive Arbeiten (Entwurf und Bauleitung), möglichst mit Erfahrungen im U-Bahn-Bau.

— Verg.-Gr. IV b —

4 technische Zeichner

— Verg.-Gr. VII —

Bewerbungen mit den üblichen Unterlagen sind bis zum 30. 9. 1961 zu richten an die

**Senatskommission für das Personalwesen,
Bremen, Domshof 26, (Postfach 904)**

Prüfamt für Baustatik in Bayern sucht für seine Ämter in Augsburg, Bayreuth, Hof, Landshut, München, Nürnberg, Regensburg und Würzburg

Diplom-Ingenieure

für die Prüfung statischer Berechnungen. Erwünscht ist Baupraxis, Erfahrung in statischen Berechnungen.

Bezahlung nach Verg.-Gr. III BAT. Beim Vorliegen der Voraussetzungen Zahlung von Trennungsentschädigung, Ersatz der Umzugskosten, Wohnungsfürsorge.

Bewerbungen mit den üblichen Unterlagen und Angabe des möglichen Dienstantrittes erbeten unter „Der Bauingenieur 1.418“ an die Anzeigenabteilung des Springer-Verlages, Berlin-Wilmersdorf, Heidelberger Platz 3.

KOPPERS

— mit diesem Namen sind 60jährige anerkannte Pionierarbeit in der Brennstofftechnik und — wie eh und je — Entwicklungsaufgaben verbunden, die auch Ihnen neue Erfolge und beruflichen Aufstieg erschließen.

Unser Arbeitsgebiet umfaßt u. a.:

den Bau von Kokereien und Gaswerken mit Kohlen- und Koksauflbereitung und Gewinnung der Kohlenwertstoffe, den Bau von Anlagen zur Synthesegas- und Stadtgaserzeugung aus festen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffen, den Bau vollständiger Erdölraffinerien sowie von Verfahrensanlagen für die chemische und petrochemische Industrie, außerdem den Bau von Sinteranlagen, von Groß-Transportanlagen und von Anlagen zur Reinigung städtischer und industrieller Abwässer.

Ein hochaktuelles und entwicklungsfähiges Arbeitsgebiet ist die

ABWASSERTECHNIK

das erfahrenen und qualifizierten Mitarbeitern eine interessante Tätigkeit bietet.

Für diese Spezial-Abteilung unseres Hauses suchen wir:

- a) **Abwasser-Chemiker**
- b) **Projekt-Ingenieure**
- c) **Betriebs-Ingenieure**

Wir erwarten von unseren zukünftigen Mitarbeitern gutes technisches Wissen und Können und bieten ihnen dafür eine entwicklungsfähige und gut dotierte Dauerstellung, 5-Tage-Woche, ein dreizehntes Gehalt und Altersversorgung nach 15jähriger Betriebszugehörigkeit.

Bitte, senden Sie Ihre Bewerbung mit handgeschriebenem Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschriften, Gehaltsanspruch und unter Angabe des frühesten Eintrittstermins an die



HEINRICH KOPPERS G.M.B.H.
ESSEN · Moltkestrasse 29 · Personalabteilung

Telefon 2 80 11

Für den unmittelbar bevorstehenden Bau von 4 Schiebetoren im Zuge der Wiederherstellung einer großen Doppel-Seeschleuse in Wilhelmshaven wird gesucht

1 Diplom-Ingenieur

für Stahlwasserbau, zwischen 40 und 50 Jahren mit gründlichen Kenntnissen, langjähriger Berufserfahrung und Bewährung in selbständiger Tätigkeit.

Vergütung nach BAT II, entsprechende Leistungen vorausgesetzt.

Außerdem werden gesucht

2 jüngere Tiefbauingenieure

für Stahlbetonbau und allgemeinen Tiefbau. Vergütung nach BAT V — IVb.

Verheiratete Bewerber erhalten Trennungsentschädigung sowie gegebenenfalls Hilfe bei der Beschaffung einer Wohnung. Beschäftigungsort ist Wilhelmshaven.

Bewerbungen mit Zeugnissen, selbstgeschriebenem Lebenslauf und Angabe des frühesten Eintrittstermins sind zu richten an die

Hafenbauabteilung 4. Einfahrt

des Wasser- und Schiffsamtes Wilhelmshaven, Wilhelmshaven, Doraweg 2

Gesucht werden zum baldmöglichen Eintritt für die
BAUABTEILUNG DER STADTWERKE BONN

2 Tiefbau-Ingenieure

mit abgeschlossener HTL-Ausbildung.

Erwartet wird

selbständige Durchführung aller bei der Verlegung von Versorgungsleitungen anfallenden tiefbautechnischen Arbeiten vom Entwurf bis zur Abrechnung. Baupraxis und verwaltungsmäßige Kenntnisse sind erwünscht.

Geboten wird

Dauerstellung, angenehmes Betriebsklima, Vergütung nach Vereinbarung im Rahmen der Vergütungssätze des Bundes-Angestelltentarifvertrages (BAT), zusätzliche Altersversorgung, Zahlung von Beihilfen und Unterstützungen nach besonderen Richtlinien, z. B. bei Krankheit u. a., sonstige betriebliche Vergünstigungen. Probezeit: 6 Monate.

Bewerbungen

mit ausführlichem handgeschriebenem Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschriften (beglaubigt) sind unter evtl. Angabe von Referenzen und des frühesten Eintrittstermins **umgehend dem Personalamt der STADT BONN, Bonn, Bottlerplatz 1, zu übersenden.**

Persönliche Vorstellung nur nach Aufforderung.

Statiker – Brückenbauer

zur Leitung des Konstruktions-Büros von Maschinenfabrik (ca. 90–100 Belegschaftsmitglieder) Nähe Düsseldorf gesucht. Wohnung vorhanden.

Wir erbitten ausführliche Bewerbung mit den üblichen Unterlagen unter „Der Bauingenieur 1.415“ an die Anzeigenabteilung des Springer-Verlages, Berlin-Wilmersdorf, Heidelberger Platz 3.



Beim Landschaftsverband Rheinland werden für die Straßenmeistereien im Landesteil Nordrhein

Landesbauinspektoren

— Bes.-Gr. A 9 Fußnote 4 LBO 60 —
gesucht.

Die Bewerber müssen die Fachprüfung für den gehobenen technischen Dienst abgelegt haben.

Bewerbungen mit lückenlosem Lebenslauf, Lichtbild, beglaubigten Abschriften der Prüfungs- und Beschäftigungszeugnisse sind bis zum 15. 8. 1961 zu richten an den

**Direktor des Landschaftsverbandes Rheinland,
Köln-Deutz, Landeshaus, Constantinstraße 2.**

Persönliche Vorstellung nur nach Aufforderung.



TRASS

im

BETON

erhöht Homogenität
Pumpfähigkeit • Wasser-
undurchlässigkeit
Widerstandsfähigkeit gegen
aggressive Gase und Wässer

TRASSWERKE MEURIN · ANDERNACH/RH.

Alle

Dächer

wasserdicht

Papp-, Teer- und Betondächer werden unter Garantie wasserdicht durch streichfertig,
kalt aufzutragende
Schutzhaut **DECKTUT**
Fordern Sie Prospekt
Rudolf Kahl, Goestenseth
(Wesermünde)

Fertigteil-Decken



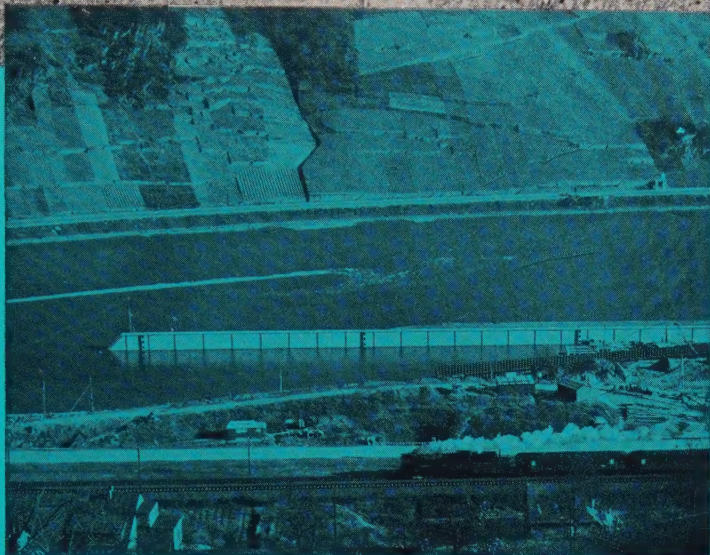
über 70 Werke im Bundesgebiet
Auskunft durch die Zentrale
Rheinbau GmbH, O. D. O.
Wiesbaden, Alexandrastr.
Tel. 431 30 / 431 31

Compakta

Der Kunststoff zum Mörtel
veredelt Beton, Putz, Gips.
Baustoff-Chemie, Seebruck/Obb.

Dieses Heft enthält eine Beilage der Fa. Rheinstahl Union Brückenbau A. G., Dortmund

Für den Textteil verantwortlich: Professor Dr.-Ing. K. Sattler, Berlin; für den Anzeigenteil: Günter Holtz, Bln.-Wilmersdorf, Heidelberger Platz
Druck: Deutsche Zentraldruckerei A.-G., Berlin SW 61. — Springer-Verlag/Berlin · Göttingen · Heidelberg. — Printed in German

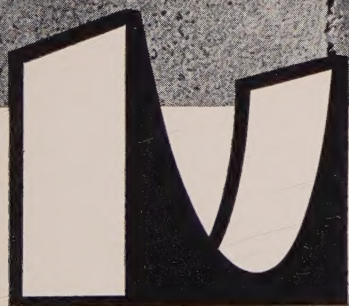


Die Voraussetzung für Sicherheit

vor Schäden durch aggressive Medien

Der hohe Salzgehalt des Meerwassers, die kalkaggressive Kohlensäure in Fluß- und Grundwässern sowie chemisch verunreinigte Abwässer und besonders fließende aggressive Wässer stellen höchste Anforderungen an die Widerstandskraft des Bindemittels im Beton. Die unter Verwendung von besonders ausgesuchten granulierten Hochofenschlacken hergestellten klinkerarmen Montanzemente haben in der Praxis seit Jahrzehnten ihre besondere Aggressivbeständigkeit bewiesen.

Darüber hinaus zeichnen sich Montanzemente durch ein günstiges Verhältnis der Biegezug- zur Druckfestigkeit und gutes elastisches Verhalten aus. Die besondere Gleichmäßigkeit und damit die risikolose Verarbeitbarkeit sowie der günstige Einkauf sind weitere Gründe für die Bevorzugung von Montazement.



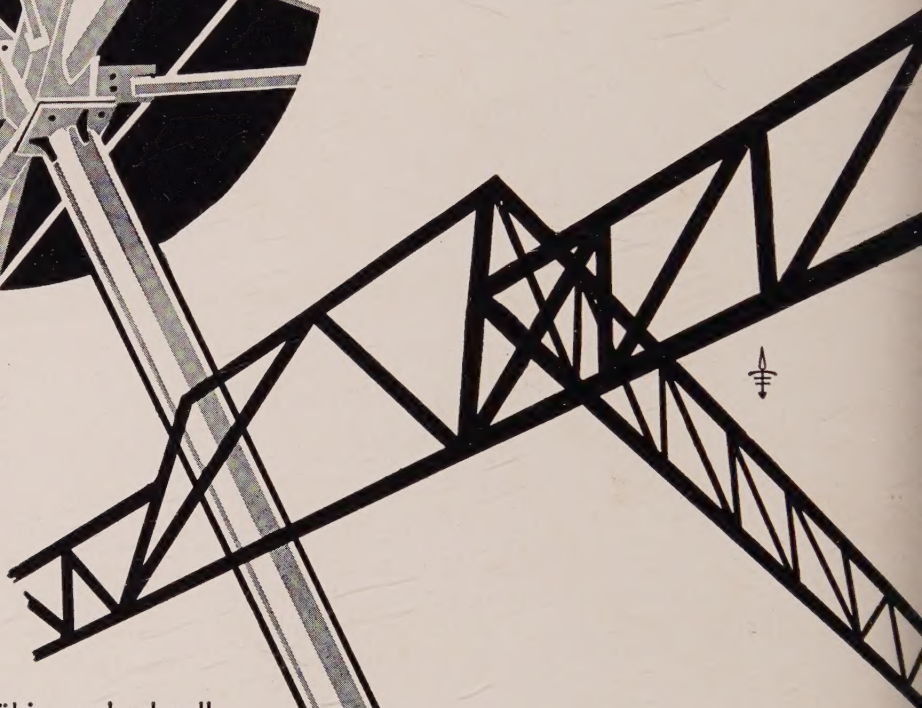
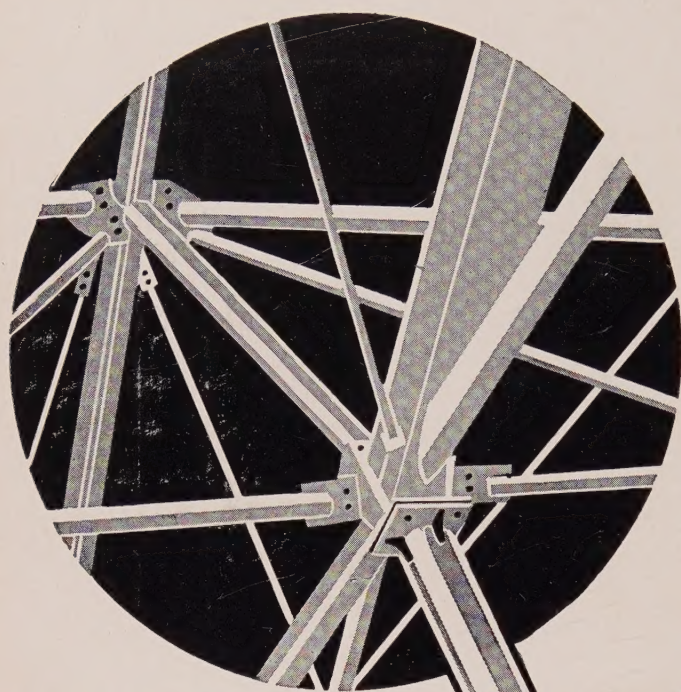
**montan
zement**

Sieben bedeutende Unternehmen der Montan-Industrie
bürgen für seine Qualität. Fordern Sie unverbindliche

Beratung und Informationsmaterial von der

montanzement Vertriebs-GmbH, Düsseldorf, Berliner Allee 17.

zuverlässig wie Stahl und Eisen



Leicht, widerstandsfähig und schnell montierbar, ist das Stahlrohr das geeignete Element für kühne und form-schöne Konstruktionen. Es erfüllt alle Anforderungen des Architekten und Baumeisters an technische und wirtschaftliche Eigenschaften.

Die statischen Vorzüge des Rohres ergeben eine beträchtliche Einsparung an Material und Kosten für Transport und Aufbau; der runde Querschnitt macht es weitgehend korrosionssicher und verringert den Aufwand für Anstrich und Erhaltung.

Unsere Spezialisten schweißen alle Rohr-Konstruktionen aufbaufertig in unserem Werk.

Wir beraten Sie gern.



PHOENIX-RHEINROHR AG

VEREINIGTE HUTTEN- UND RÖHRENWERKE DÜSSELDORF